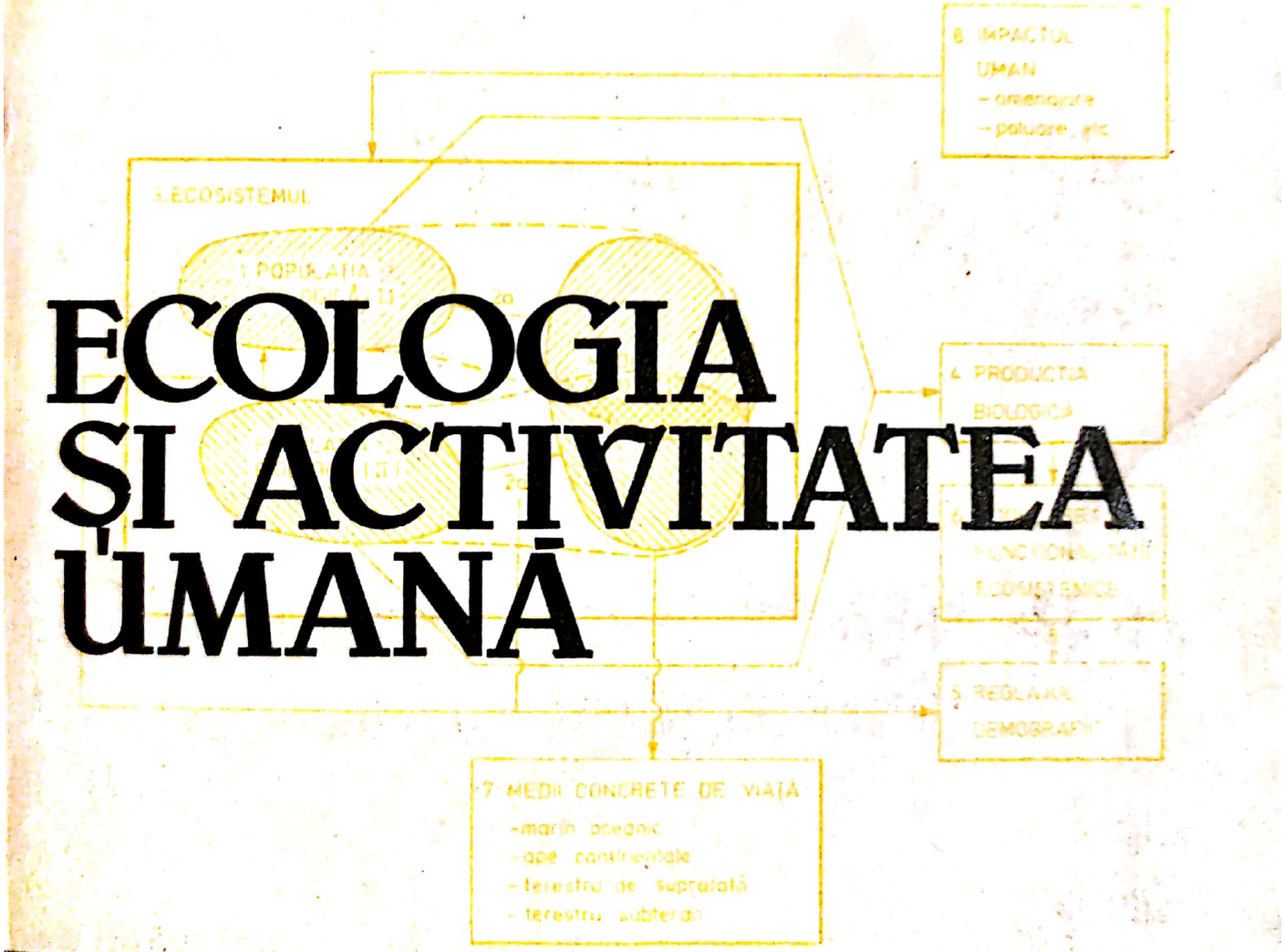
SINTEZE LYCEUM

VICTOR TUFEȘCU
MIRCEA TUFESCU

ECOLOGIA ȘI ACTIVITATEA UMANĂ



EDITURA ALBATROS

Scanned with OKEN Scanner

SINTEZE LYCEUM

VICTOR TUFESCU
prof. dr. doc.

•

MIRCEA TUFESCU
lector univ. dr.

ECOLOGIA ȘI ACTIVITATEA UMANĂ

EDITURA ALBATROS • BUCUREȘTI • 1981

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

PREFAȚĂ (11)

Partea întîi

TABLOU SINTETIC — TERRA AZI
(VICTOR TUFESCU)

LUMEA CONTEMPORANĂ ȘI INFLUENȚA EI ASUPRA NATURII (15) •

Corelații antropice (17) • Componente biotice (19) •

MEDIUL TERESTRU ȘI CONTRIBUȚIA VIEȚUITOARELOR (21) •

Masa solidă a Terrei (21) • Atmosfera (23) • Hidrosfera (23) • Apariția vieții (24) • Antroposfera și pedosfera (26) •

NATURA, O ÎNLĂNȚUIRE DE INTERDEPENDENȚE (28) •

Sisteme de relații (28) • Relații abiotice (31) •
Relații biotice (31) • Relațiile om-natură (33) •

DEREGLĂRI PRODUSE ÎN NATURĂ ÎN ULTIMA VREME (34) •

Mineritul (35) • Urbanizare (35) • Agricultura (35) •

REFACEREA NATURII DEGRADATE ȘI PREVENIREA DETERIORĂRII — O NECESITATE VITALĂ PENTRU OMENIRE (38) •

Despre ocrotirea naturii (40) •

Bibliografie orientativă (44) •

Scanned with OKEN Scanner

FUNDAMENTAREA ECOLOGIEI CA ȘTIINȚĂ

Partea a II-a

DOMENIUL ECOLOGIEI (45) •
(MIRCEA TUFESCU)
Etapele dezvoltării (45) • Contribuții românești (53) • Definirea ecologiei (55) •

POPULAȚIA BIOLOGICĂ PRIVITĂ ECOLOGIC (60) •
Gruparea în areal a indivizilor populației (62) • Gruparea indivizilor după similitudini (71) •

MEDIUL DE VIAȚĂ AL POPULAȚIEI (79) •
Componenta abiotică (81) • Legea minimului (81) • Legea toleranței (83) • Concepția factorilor limitativi (86) • Componentele biotice (87) • Neutralismul (89) • Concurența (89) • Protocooperația (93) • Mutualismul (93) • Comensalismul (94) • Amensalismul (95) • Prădătorismul și parazitismul (96) • Oscilații Lotka-Volterra (98) •

CONCEPȚIA ECOSISTEMICĂ (105) •
Organizarea ecosistemului (105) • Stratificarea (105) • Subsistemele trofice fundamentale (107) • Structura trofică (109) • Piramida trofică (110) • Rețeaua trofică (112) • Structura biochimică a ecosistemului (115) • Structura ecosistemului după diversitatea biocenotică (119) • Echilibrul ecologic (120) • Modificările organizării ecosistemului în timp (122) • Dinamica (122) • Succesiunea ecosistemului (124) • Succesiunea primară (125) • Succesiunea secundară (126) •

ECOLOGIA DEMOGRAFICĂ (129) •
Caracteristicile cantitative ale populațiilor (131) • Cohorta și generația (131) • Tabela de mortalitate (132) • Curba de supraviețuire și prognoza (137) • Rata intrinsecă de creștere (140) • Teoriile reglajului numeric populațional (141) • Teoria creșterii logistice (141) • Teoriile factorilor dependenți și independenți de densitate (144) • Teoria lui A.J. Nicholson (146) • Teoria lui F. Schwerdtfeger (147) • Teoria lui Milne (149) •

PRODUCȚIA BIOLOGICĂ (151) •
Producția primară (153) • Metoda sticlelor transparente și ecranate (153) • Măsurarea dioxidului de carbon (154) • Cantitatea de clorofilă (154) • Metoda carbonului radioactiv (155) • Metoda dispariției sub-

Scanned with OKEN Scanner

stanţelor biogene (155) • Metoda recoltei (156) • Producţia secundară (157) • Metoda Bojsen-Jensen (158) • Corecţia lui Philipson (159) • Ecuaţia Winberg (159) • Ecuaţia lui W.T. Edmondson (159) • Ecuaţia lui S.I. Kuzneţov (160) • Ecuaţia lui M.I. Ivanov (161) • Biomasa populaţiilor (161) • Fluxul sau transferul energetic (162) • Sistemul linear (163) • Sistemul ramificat (165) • Eficienţa producţiei biologice şi a fluxului energetic (167) •

MODELAREA ÎN ECOLOGIA MODERNĂ (169) •
Model (169) • Modelul logic (170) • Modelul matematic (M.M.) (174) • Modele duale (174) • Modele parţiale (175) • Modelul similar (178) • Modelul analogic (181) • Modelarea analogică Wisarcot (183) • Modelarea analogică Ramcot (183) • Strategiile modelării ecologice (183) • Strategia de teren (184) • Strategia experimentală (184) • Strategia analogică (184) •

Bibliografie orientativă (185) •

Partea a III-a

ECOLOGIA ÎN FUNCŢIE DE MEDIUL DE VIAŢĂ
(MIRCEA TUFESCU)

CATEGORII DE ECOSISTEME (189) •

ECOLOGIE MARINĂ (191) •
Caracteristicile Oceanului Planetar (191) • Suprafaţa (192) • Salinitatea (192) • Diviziunile şi zonarea (196) • După adîncime (196) • După temperatura (198) • Comunităţile pelagiale şi bentale (199) • Producţia de biomasă (202) • Macroconsumatorii (203) • Distribuţia oxigenului (205) • Principalele caracteristici ale ecosistemelor Mării Negre (206) • Referinţe hidrologice (206) • Evoluţia şi apartenenţa biogeografică a vieţuitoarelor (210) • Comunităţile biologice ale Mării Negre (213) •

INTRODUCERE ECOLOGICĂ ÎN LIMNOLOGIE (220) •
Diversitatea tipurilor de ape continentale (221) • Lacul oligotrof (222) • Lacul eutrof (223) • Lacul mezotrof (224) • Mediul lacustru (225) • Stratificarea termică (225) • Distribuţia oxigenului (227) • Comunităţile fundamentale (228) • Fitalul (228) • Pelagialul (231) • Bentalul (236) • Caracteristicile trofo-energetice (237) • Comunităţile lotice (242) • Izvorul (244) • Rîul (245) •

Scanned with OKEN Scanner

ECOLOGIA SOLULUI (249) •
Mediul edafic (249) • Substanţele organice (250) • Textura solului (253) • Porozitatea solului (254) • Apa din sol (255) • Indici hidrofizici (256) • Orizonturi (259) • Comunitatea edafică (260) • Interacţiunile de interes ecopedologic (265) • Rizosfera (265) • Relaţia dintre microartropode şi umiditate (268) • Activitatea lumbricidelor în sol (270) •

PĂDUREA CA SISTEM ECOLOGIC (274) •
Mediul silvic (276) • Temperatura (276) • Umiditatea (277) • Lumina (278) • Forme sintetice (280) • Ecologia producătorilor primari (281) • Plantele indicatoare (281) • Raporturi specii ierboase-arbori (283) • Metodele de studiu a biomasei şi producţiei nete (283) • Capacitatea de producţie a plantelor lemnoase (287) • Ecologia producătorilor secundari silvici (289) • Insectele, consumatori primari (289) • Ecologia nevertebratelor din stratul ierbos şi coronamentul pădurilor (292) • Reţeaua trofică şi fluxul energetic (297) • Tipuri de păduri (298) • Tipuri fundamentale silvice ale planetei (298) • Tipurile întîlnite mai frecvent în ţara noastră (301) •

ECOSISTEME SUBTERANE (307) •
Tipurile de medii subterane (307) • Endogenul (307) • Microcavernele (307) • Cavităţile artificiale (307) • Reţeaua inaccesibilă a fisurilor (308) • Peşterile (309) • Hiporeicul (310) • Freaticul (310) • Sistemul freatic (310) • Caracteristicile principale ale ecosistemului cavernicol (312) • Factori de barieră (312) • Constanţa ridicată (312) • Lipsa producătorilor primari (313) • Diversitatea biotopurilor (314) • Reţeaua trofică (316) • Reglajele biologice demografice (317) • Dinamica populaţiilor (319) •

CÎTEVA ASPECTE PRIVIND ECOSISTEMELE AMENAJATE (321) •
Categoriile majore de ecosisteme amenajate (322) • Caracteristicile ecologice (324) • Ecosisteme amenajate în scopul exploatării producătorilor primari (324) • Ecosisteme amenajate în scopul exploatării producătorilor secundari (325) • Combaterea integrată (327) • Pest resurgence (327) • Secondary pest outbreaks (328) • Concepţia combaterii integrate (329) • Cîteva consideraţii privind fluxul energetic (332) •

Bibliografie orientativă (335) •

Scanned with OKEN Scanner

Partea a IV-a

EVOLUȚIA TERREI SUB INFLUENȚA UMANĂ
(VICTOR TUFESCU)

COORDONATELE PROBLEMEI (339) •
Terra — un unicat (339) • Caracteristicile stadiului actual al civilizației umane (342) •

CARACTERISTICILE PEISAJULUI GEOGRAFIC (346) •
Geosistemul (348) • Variațiile în timp a peisajului (351) •

MEDIUL ÎNCONJURĂTOR ȘI ASPECTUL ECOLOGIC (352) •
Mediul natural și omul (352) • Armonia și unitate (355) • Peisaj și geosistem (356) •

NATURA UMANIZATĂ (358) •
Agricultura (359) • Despăduririle (364) • Construcțiile industriale (365) • Transporturile (366) •

„EXPLOZIA DEMOGRAFICĂ" ȘI NATURA (368) •
Natalitatea (372) • Solurile (374) • Clima (375) • Apa (376) • Terenuri posibile pentru agricultură (377) • Componente ale alimentației omenirii (378) •

URBANIZAREA ȘI MEDIUL (381) •
Sat și oraș (381) • Explozia urbană (384) • Noxele orașului (385) • Conurbații și megalopolis (387) •

Bibliografie orientativă (390) •

Partea a V-a

PERSPECTIVE ALE RAPORTULUI OM-NATURĂ
(VICTOR TUFESCU)

GREȘELI ÎMPOTRIVA NATURII (392) •
Deteriorări ale echilibrului naturii (392) • Intercondiționarea componentelor naturii (394) • Criza de apă dulce (395) •

„PANTEISMUL NEONATURALIST" ȘI ECODEZVOLTAREA (398)
Ecodezvoltarea (400) • Agricultura biologică (401) •

CERINȚE ALE PROGRESULUI ȘI BUNĂSTĂRII (403) •

Bibliografie orientativă (406) •

Scanned with OKEN Scanner

În ultimii ani au fost date numeroase semnale de alarmă asupra deteriorării multor componente ale naturii terestre, ca urmare a dezvoltării industriei, a intensificării transporturilor, a sporirii populației și aglomerării acesteia în mari centre urbane din care natura este înlăturată sau puternic stînjenită în creștere. Mulți locuitori ai lumii au înțeles pericolul degradării mediului ambiant ca pe o amenințare a vieții și-și manifestă îngrijorarea cerînd menținerea calităților mediului și a echilibrului naturii. Presa se alătură adesea în favoarea acestor acțiuni. Multe organisme internaționale au convocat reuniuni cu participarea mondială pentru apărarea mediului înconjurător. În multe țări — inclusiv R.S. România — s-au luat măsuri de prevenire sau de îndreptare a situațiilor precare, întărite prin legiferări bine fundamentate.

În opoziție cu aceste acțiuni, opiniile cercurilor de afaceri și ale unor tehnocrați din lumea capitalistă caută să argumenteze că este normal ca pentru un plus de confort și pentru luxul unei mici categorii de oameni, natura să plătească greul tribut al poluării apelor pînă la infectarea lor totală, al noxelor atmosferice dăunătoare sănătății pentru masele largi de oameni, al distrugerii pădurilor pînă la pustiirea locurilor, a dispariției unui mare număr de viețuitoare.

În România se acordă un larg sprijin studiilor și activităților de echilibrare a naturii și de considerare a acesteia ca un esențial suport al vieții. „Programul-directivă de cercetare și dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic în perioada 1981—1990 și direcțiile principale pînă în anul 2000" exprimă fără echivoc adaptarea acestei poziții: „Se vor dezvolta cercetările din domeniile biologiei celulare și moleculare, biochimiei, biofizicii, bioingineriei, geneticii, ecologiei".

Scanned with OKEN Scanner

Întrucît şi pe plan internaţional se accentuează tot mai mult rolul „ecodezvoltării", al „agroecologiei" (o agricultură orientată pe fundamentele ecologiei), considerăm că în formarea intelectuală a tinerei generaţii, cunoştinţele despre ecologie trebuie să ocupe un loc de seamă ca făcînd parte integrantă din educaţie.

Ecologia se înscrie, astfel, prioritar în complexul cercetărilor cu privire la problemele actuale şi ale viitorului planetei noastre, subliniind importanţa cunoaşterii ştiinţifice a rolului factorilor de mediu în evoluţia societăţii umane. Pentru că nu a fost dezvăluită încă intimitatea mecanismelor biosintezei de substanţe organice şi nici a raporturilor optime dintre diferitele tipuri de producători de substanţe organice, umanitatea este tributară, direct sau indirect, naturii, în rezolvarea problemelor fundamentale ale hranei, resurselor energetice organice, cît şi în privinţa mediului ambiant compatibil vieţii. În decursul istoriei sale, omul a încercat să perfecţioneze o serie de procese naturale: au fost efectuate selecţii şi ameliorări genetice legate de producătorii de substanţe organice, s-au îmbunătăţit mijloacele acestora de protecţie împotriva factorilor nefavorabili etc. Dar, la o analiză atentă te surprinde faptul că toate cele menţionate se referă la optimizarea, în sensul dorit de om, a unor sisteme ecologice anterior existente. Din această cauză randamentul teritoriilor amenajate de om rămîne totuşi mai redus faţă de cerinţele sociale crescînde, pentru că au fost „imitate" structuri naturale.

Punem alături de studierea ecologică a naturii fundamentarea ştiinţifică a politicii de repartizare raţională a forţelor de producţie în teritoriu, căreia în ţara noastră îi revine un rol principal. „Programul directivă de dezvoltare economico-socială a României în profil teritorial în perioada 1981—1985" referindu-se la cincinalul 1976—1980 subliniază că „înfăptuirea politicii partidului de dezvoltare armonioasă a întregului teritoriu a determinat mutaţii esenţiale în geografia economică a României". Integrate astfel, opţiunile pentru gospodărirea ecologică a naturii pot da rezultatele scontate.

Pentru etapa actuală de dezvoltare a civilizaţiei, stau faţă în faţă două realităţi: a) progresul tehnologic extrem de rapid

Scanned with OKEN Scanner

și cerințele societății umane în continuă ascensiune; b) comparativ cu natura ce rămîne la randamentele ei obișnuite, mai scăzute. Relația dintre cele două realități a fost analizată într-o serie de lucrări românești și străine. Multe dintre acestea pornesc însă de la cerințele umane spre natură, propunîndu-și să dezbată o problematică de factură filozofică socială sau organizatorică în care natura este inclusă, ca o componentă. În lucrarea biologului Barry Commoner — „Cercul care se închide" — problema esențială a impactului dintre tehnocrație și ecosferă, cu consecințele ei dezastruoase (ce pot fi împinse pînă la limita la care Terra și-ar pierde însușirile de sediu ale vieții, așa cum ea s-a definit după o îndelungată evoluție geologică), este urmărită concret și nu în abstracții. Pentru a preîntîmpina un final catastrofal se propune în primul rînd modificarea substanțială a sistemului productiv, menit să-l pună pe acesta în armonie cu ecosistemul prin: curățirea apelor continentale, înlocuirea substanțelor plastice, a îngrășămintelor chimice, a pesticidelor și altor substanțe chimice sintetice, cu produse naturale degradabile care pot fi preluate de agenții biologici, apoi recuperarea din reziduuri a materiilor prime etc. Dar, în realitate, unghiul de vedere trebuie să aibă o deschidere mai mare. În definitiv tehnica, o creație a minții omenești menită să îmbunătățească condițiile de viață, trebuie să servească întregii omeniri, nu doar unei anumite categorii privilegiate din societatea bazată pe profit. Dar reconcilierea dintre omul înarmat cu tehnica înaintată și natura ca suport al vieții *nu trebuie înțeleasă doar într-o viziune pur „ecologistică", ci aceasta încadrată în ansamblul mai larg, al restructurării sale social-politice, a lumii contemporane în vederea instaurării unei noi ordini economice și politice pe planeta noastră. Numai astfel relația ecologie-tehnică poate să ducă la perpetuarea unor condiții naturale prielnice vieții și la un spor de fericire umană.*

Lucrarea de față își propune, în esență, un dublu scop: lămurirea caracteristicilor sistemelor ecologice, pe baza criteriului urmăririi acestora în direcția creșterii complexității lor în natură, și încadrarea în ansamblul social-economic într-o perspectivă sintetică corelativă. Realizarea unei asemenea structuri a fost posibilă prin colaborarea a doi specialiști din domenii diferite ale științelor naturii și societății, respectiv un geograf, care urmărește perspectiva integrativă om-natură,

Scanned with OKEN Scanner

și un biolog, care prezintă sistemele ecologice în ceea ce au ele mai caracteristic.

În tratarea subiectului am pornit de la problemele principale, în scopul de a oferi cititorilor cadrul analitic al înțelegerii materialist-dialectice pentru procesele ecologice cele mai simple, care au servit apoi ca bază de edificare treptată a aspectelor de complexitate crescîndă ale relațiilor dintre componentele naturii sau dintre factorii naturali și societatea omenească.

Se impune a menționa și alt specific al lucrării. Ea a fost alcătuită ținînd seama de reperele ecologiei moderne în depășirea caracterului pur descriptiv și urmărirea reperelor cantitative a proceselor în context cauzal cu perspective importante pentru prognoză. În acest sens lucrarea a folosit un aparat matematic simplu, compatibil nivelului cunoștințelor de specialitate de liceu, extrem de important însă pentru conturarea punctului de vedere respectiv.

Sperăm că lucrarea va constitui nu numai o privire în domeniul ecologiei moderne, pentru completarea pregătirii teoretice de cultură generală, dar, prin concretizările făcute, să deschidă orizontul cercetărilor aplicative practice în rîndul tinerilor cititori.

Se impune astăzi, mai mult decît oricînd, ca fiecare tînăr cetățean al țării, indiferent de specialitatea spre care se îndreaptă, să cunoască realitățile ecologice și să țină seama de acestea în întreaga activitate de constructor în care se angajează, întrucît natura țării este o mare bogăție a întregului nostru popor, nu numai a generației actuale, ci și a celor viitoare. În acest sens cu toții avem datoria sacră de a nu realiza nimic în afara cunoașterii, deci a fundamentării științifice.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

TABLOU SINTETIC — TERRA AZI

LUMEA CONTEMPORANĂ ȘI INFLUENȚA EI ASUPRA NATURII

Fiecare etapă istorică, fiecare orînduire socială își pune amprenta specifică asupra naturii și a ansamblului peisajului umanizat, ca urmare a modului diferit în care se desfășoară relațiile omului cu natura locurilor. Caracteristicile epocii noastre sînt date de dezvoltarea tehnică, economică și politică. Unul dintre aspectele de ansamblu este cel al omenirii ajunse într-un înaintat stadiu de civilizație, care, prin puterile date de tehnica contemporană, domină natura în manifestările ei obișnuite (nu și în cele excepționale, cum sînt cutremurele, erupțiile vulcanice de amploare, uraganele de felul taifunurilor sau tornadelor, marilor inundații). Dar tocmai datorită amplificării puterii omului, societatea efectuează imixtiuni hotărîtoare în transformarea naturii locurilor.

O caracteristică esențială a vremurilor noastre este *creșterea accentuată a populației*, care a atins, în martie 1980, cifra de 4,5 miliarde locuitori, de două ori mai mulți decît cu patru decenii în urmă, de patru ori mai mulți decît cu un veac în urmă. Înmulțirea în asemenea ritm a populației a făcut necesară asigurarea unor cantități tot mai mari de produse agro-alimentare. Ca urmare, s-a impus trecerea de la agricultura extensivă, specifică secolului al XIX-lea și începutului secolului al XX-lea, la agricultura intensivă de mare randament. Această creștere a dus de asemenea la formarea, pe alocuri, a unor mari densități de populație și a concentrării activităților social-economice, a complexității vieții în general. Urmarea directă pentru lumea împărțită în clase este șomajul, inflația și crizele repetate, cu accentuarea contrastului între bogați și săraci; referitor la aceasta, în Raportul la Congresul al XII-lea al P.C.R. tovarășul Nicolae Ceaușescu, secretar general al Partidului, sublinia:

„Ca rezultat al inflației, are loc o înrăutățire a condițiilor de viață a maselor de oameni ai muncii, crește tot mai mult șomajul, în timp ce veniturile monopolurilor și societăților supranaționale înregistrează o evoluție mereu ascendentă". Fără îndoială că una din cauzele cele mai importante ale amplificării crizei economice este sporirea în proporții uriașe a cheltuielilor militare. După cum arată Raportul, așa se explică faptul că „în multe state, ținînd cont și de rata inflației, nu se realizează nici o creștere a nivelului economic, dimpotrivă, asistăm chiar la o reducere a acestuia. Astfel, se adîncesc tot mai mult decalajele dintre state, se agravează sărăcia și mizeria a sute și sute de milioane de oameni din diferite zone și țări ale lumii".

Paralel, *industria* a realizat, în ultima perioadă istorică, creșteri deosebit de importante. Aceasta a făcut necesar un consum tot mai mare de combustibili și de minereuri metalifere și nemetalifere, de lemn etc. Producția de petrol a lumii, de exemplu, a crescut de 50 de ori față de începutul secolului nostru. Unele terenuri petrolifere vestite în primele decenii s-au epuizat și au fost părăsite cu pămînturi răvășite, inutilizabile, sau continuă cu producții de neluat în seamă. Altele, noi, le-au luat locul intrînd în producția mondială ca fruntașe (unele țări din Orientul Apropiat începînd din preajma celui de-al doilea război mondial, altele din Africa de nord și Canada după 1960, Nigeria chiar mai recent etc.). S-au atacat prin sonde și platformele litorale, unele țări ajungînd să exploateze de sub ape cantități însemnate de țiței (Marea Britanie, Norvegia, Venezuela etc.).

La fel s-au intensificat în timp exploatările de minereu de fier (de la 212,9 milioane tone în 1937, la 788 milioane tone în 1977), cele de cupru, de bauxită etc. Toate aceste exploatări executate în galerii de mină, dar în multe cazuri și la suprafață, cu adînci escavații și decopertări, cu înălțarea în apropiere a unor mari halde, pe alocuri de dimensiunile unor coline pe care decenii de-a rîndul nu prinde nici un fel de vegetație, reprezintă „pecetea" industriei miniere din actuala etapă de civilizație. La acestea se adaugă exploatarea pe scară largă a rocilor de construcție, a lemnului pădurilor și, implicit, sacrificarea faunei aflate pe locurile cu mai

Scanned with OKEN Scanner

intense activităţi economice, cu mai mare trafic al circulaţiei, sub influenţele covîrşitoare ale marilor centre urbane. Rezultatul acestor activităţi este degradarea echilibrului natural foarte înaintat pe anumite teritorii, în cuprinsul cărora specialiştii au putut vorbi de o „criză ecologică".

S-a scris mult în ultimele decenii despre modificările însemnate produse în lumea animală şi vegetală, cu dispariţia în vremuri istorice a sute de specii de vieţuitoare şi despre restrîngerea numerică a altora. S-a scris despre defrişările masive produse în ultima vreme mai accentuat în spaţiile intertropicale; sau despre atacul masiv al savanelor şi despre deşertificarea stepelor, Sahelul ajungînd un exemplu deosebit de frecvent citat. S-a scris despre extensiunea îngrijorătoare a eroziunii solurilor, care scoate din circuitul productiv sute de mii de hectare de terenuri odinioară recunoscute ca roditoare. S-a scris despre poluarea rîurilor şi lacurilor, chiar a apelor marine de pe platformele litorale, despre poluarea atmosferei în arealele marilor aglomerări industriale şi a marilor oraşe. Nu mai revenim asupra acestor „semnale de alarmă", asupra periclitării echilibrului natural din zonele puternic afectate. Ele reprezintă o ameninţare pentru cei ce judecă cu simţul răspunderii.

Legate de acestea, menţionăm corelaţiile de *ordin antropic*. Deşi un amplu proces de decolonizare a avut loc în ultimele decenii, 80 de noi state independente apărînd în lume, deşi popoarele acestora au luat în propriile lor mîini exploatarea bogăţiilor naturale din graniţele lor teritoriale, una din gravele probleme nesoluţionate ale lumii de azi este menţinerea stării de subdezvoltare a multor state. Aceasta ca urmare a grelei moşteniri lăsată de vechea politică imperialistă şi colonialistă, care a dus la împărţirea lumii în ţări sărace şi ţări bogate. Cu toate că pe plan internaţional s-au iniţiat reuniuni în vederea atenuării acestor contraste (Deceniul dezvoltării, tratativele Nord-Sud, Conferinţa de la Manila din 1979), rezultate deosebite nu s-au înregistrat încă. Problema noii ordini economice internaţionale nu şi-a găsit încă rezolvarea pentru care militează numeroase state în curs de dezvoltare. Urmarea scindării este dezavantajoasă naturii la ambele extreme: în ţările dezvoltate, exploatarea pînă la degradarea naturii se datoreşte în multe cazuri goanei după profituri cît mai mari a

monopolurilor și societăților supranaționale, pe cînd în țările subdezvoltate, suprasolicitarea unor componente ale naturii se datorește de multe ori acoperirii unor necesități vitale pentru populația în creștere.

Și într-un caz și în altul apare vădită restrîngerea arealelor forestiere, a savanelor și stepelor prin procesul numit în ultima vreme „deșertificare", distrugerea sau restrîngerea unor elemente rare ale faunei, ruinarea sau calcificarea solurilor din zonele de climă caldă și așa destul de sărace în substanțe organice (fapt ilustrat în ultimii ani în țările Sahelului). Dar degradarea naturii se propagă și pe alte căi: prin noxele atmosferice datorate industriei și încărcării traficului autorutier, prin impurificarea apelor cu chimicale și cu deversările din canalele orașelor, prin acumularea unor enorme cantități de deșeuri menajere și industriale etc.

Problema subdezvoltării pe de o parte și a decalajelor față de țările dezvoltate pe de altă parte se pune astfel cu acuitate, corelîndu-se cu instaurarea noii ordini economice internaționale. România promovează o politică fermă în această direcție. Tovarășul Nicolae Ceaușescu a arătat, în Raportul la cel de-al XII-lea Congres al P.C.R., că „Omenirea, popoarele nu vor mai putea suporta adîncirea în continuare a decalajelor, concentrarea la un pol al lumii a bogăției și la celălalt, a mizeriei și sărăciei. Pacea și colaborarea nu se pot realiza fără lichidarea subdezvoltării, fără instaurarea noii ordini economice internaționale". Ca urmare, România se pronunță pentru unirea eforturilor tuturor țărilor lumii în vederea conlucrării tot mai strînse, într-o atmosferă de înțelegere și colaborare „pentru a se pune capăt cît mai curînd stării de subdezvoltare, pentru a se deschide tuturor popoarelor perspectiva progresului economic și social tot mai rapid, a bunăstării și fericirii".

Toate acestea vădesc orientarea constructivă a conducerii noastre de partid și de stat în încadrarea în ansamblul problemelor internaționale și sînt în deplină concordanță cu politica internă de dezvoltare armonioasă a tuturor județelor țării, de sistematizare a teritoriului și localităților, de accelerare a lucrărilor de împăduriri, asigurîndu-se completarea golurilor existente în fondul forestier, de creare numai în cincinalul următor a peste 30 de lacuri de acumulare de folosință complexă, de îndiguiri și regulari-

zări a cursurilor de apă pe o lungime de peste 3 000 km în zonele expuse pericolului inundațiilor etc. („Programul-directivă", 1979). În vederea unei bune echilibrări a mediului înconjurător în toate zonele țării s-au făcut legiferări privitoare la protecția apelor, a mediului înconjurător, la dezvoltarea fondului forestier și la îmbunătățiri funciare. Toate acestea reprezintă garanția unor înfăptuiri de rațională gospodărire a naturii, paralel cu utilizarea intensivă a terenurilor și resurselor.

Faptul are mare însemnătate îndeosebi pentru componenta cea mai fragilă, care este în același timp determinantă pentru echilibrul mediului înconjurător, componenta biotică. Mediul terestru nu a ajuns la înfățișarea lui actuală, apt de a susține întreaga dezvoltare a civilizației umane decît prin acțiunea viețuitoarelor asupra geosferelor abiotice (scoarța terestră, apele, aerul). Componenta biotică este cea care reglează înlănțuirea de interdependențe între *geosfere* luate pe ansamblu planetar ori pe teritorii delimitate regional. Căci natura Terrei nu este doar o aglomerare întîmplătoare de elemente aflate în diferite stări, ci o îmbinare în deplină ordine a raporturilor reciproce și într-o complexă structurare de amănunt, care reprezintă un echilibru rar întîlnit în Univers, tocmai de aceea fiind deosebit de prețios. Suprimarea sau degradarea unui cît de mărunt element din alcătuirea acestui ansamblu aflat în echilibru dinamic (datorită evoluției naturale a ansamblului) atrage după sine schimbări în lanț în celelalte componente cu care se află în strînse legături; aceasta este rezultanta unor dereglări ireparabile pe anumite spații. Zăcăminte minerale, formate în milioane de ani, sînt epuizate prin exploatarea doar în cîteva decenii. Atmosfera și apele, cu tot volumul lor de mari dimensiuni, sînt infectate pe alocuri pînă la a dăuna dacă mai sînt folosite. Numeroase specii de animale și chiar de plante au fost masacrate dispărînd pentru totdeauna.

Întrucît viețuitoarele — și îndeosebi învelișul vegetal (păduri și pajiști), iar în strînsă legătură cu acestea pătura de sol care întreține culturile agricole — sînt cele ce imprimă mediului înconjurător echilibrul necesar,

Scanned with OKEN Scanner

numai urmărirea ecologică a acestuia îl poate îndruma spre o continuitate certă. Aceasta pentru asigurarea cerințelor în continuă creștere a populației, a tendințelor de dezvoltare pe calea civilizației omenirii, de transformare a peisajului natural pe trepte diferite de antropizare, pînă la marile aglomerări urbane, unde se produce suprimarea totală sau aproape totală a naturii prin crearea unui mediu artificial de ziduri, asfalt, conducte, cabluri etc. Întrucît afluxul populației rurale spre orașe se află în plină desfășurare nu numai în țara noastră, ci și în cea mai mare parte a lumii, se impune și cercetarea atentă a mediului ambiant al orașelor, ca sedii de viață a celei mai mari părți a omenirii într-un viitor nu prea depărtat.

Scanned with OKEN Scanner

MEDIUL TERESTRU ȘI CONTRIBUȚIA VIEȚUITOARELOR

În urma zborurilor cosmice, efectuate în ultimele două decenii, și a rachetelor înregistratoare trimise în întreg sistemul planetar s-a ajuns la constatarea că viața, în formele cunoscute nouă, nu este posibilă pe celelalte planete fie din cauza temperaturilor prea coborîte (—205 pînă la —230°C pe Jupiter) ori prea ridicate (400-500°C pe Venus) sau a contrastelor termice diurne de cîteva sute de grade (pe Mercur), fie a lipsei de atmosferă sau a compoziției ei din gaze improprii vieţuitoarelor (acid sulfuric, bioxid de carbon, amoniac etc.), a forței de gravitație enorme ori prea reduse.

Organizarea ansamblului Terrei pe învelișuri suprapuse și întrepătrunse la limitele lor este rezultatul a milioane de ani de individualizare a fiecărui înveliș, prin statornicirea stărilor de agregare a materiei în forme și structuri diferențiate și a serierii lor în raport cu forța de gravitație la intensitățile specifice planetei noastre. La interferența celor patru învelișuri esențiale (atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera) s-au dezvoltat *antroposfera* și *pedosfera*, ambele extinse numai în limitele uscatului terestru. Pe uscat, hidrosfera pătrunde și prin apele continentale (rîuri, lacuri, umiditatea din sol și din atmosferă, ape subterane), iar aerul atmosferic, pretutindeni prezent, pătrunde în grote, în interstițiile rocilor, în plămînii vieţuitoarelor. Ambele componente sînt, de fapt, elemente vitale pentru biosferă și la fel elemente de bază în pedogeneză.

Din întreaga *masa solidă a Terrei* alcătuită dintr-un *nucleu central*, aflat sub mare presiune, *mantaua* alcătuită din materie minerală ultrabazică de mare densitate (dunit), *scoarța* exterioară stabilă, doar o subțire pătură exterioară interesează pe locuitorii Terrei, ca suport pe care

Scanned with OKEN Scanner

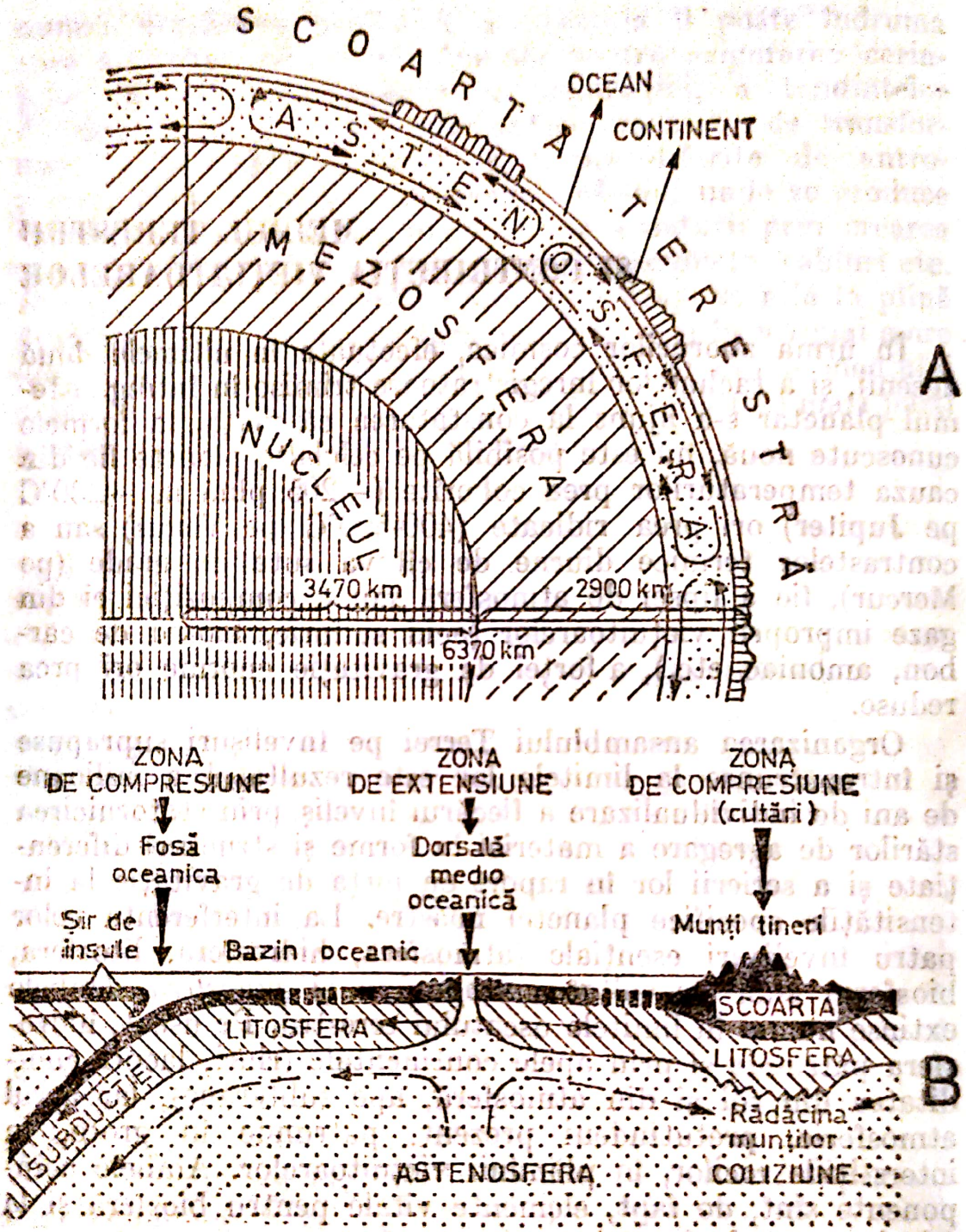


Fig. 1 Structura internă a Pămîntului: *A* — succesiunea de la *nucleu*, la *manta* (mezosfera împreună cu astenosfera) și scoarța terestră; *B* — detaliere indicînd dinamica astenosferei cu transmiterea mișcării în litosferă și scoarță.

se desfășoară întreaga lor activitate. Ea prezintă însemnătate prin rocile și structurile în care sînt integrate cu conținutul lor de minerale utile, precum și prin formele de relief care modifică posibilitățile de locuire și de utilizare a terenurilor în scopuri practice. Dată fiind relativa instabilitate a acestui „suport al vieții", provocată de mișcările din adîncuri, oamenii de știință investighează, cu mijloace geofizice înaintate, *mantaua*, care se clasifică în mezosferă (ce coboară pînă la 2 900 km) și mai ales *astenosfera*, de circa 700 km grosime. În aceasta din urmă au loc mișcările crustale între „plăcile" continentale și suboceanice.

Atmosfera Pămîntului, spre deosebire de a altor planete, prezintă o stratificare ca un filtru complex împotriva radiațiilor și a bombardamentelor de meteoriți. De asemenea, la altitudini de peste 80 km se produc procesele de ionizare, atît de necesare pregătirii condițiilor de viață. Mai jos (homosfera) cu o proporție de gaze deosebit de favorabilă proceselor vitale (21% oxigen, 78% azot, o mică fracțiune de CO_2 etc.) constituie mediul ambiant prielnic pentru viețuitoare. De asemenea, temperaturile oscilează pe cea mai mare parte a globului terestru între limite ce permit desfășurarea nestînjenită a fotosintezei — considerabil laborator de transformare a substanțelor minerale în materie organică. Se explică, astfel, răspîndirea vegetației și, legată de aceasta, a faunei, pe cea mai mare parte a Terrei pînă la latitudini înalte.

Hidrosfera, a cărei geneză nu este încă pe deplin lămurită, are o mare însemnătate atît prin proporții (7/10 din suprafața totală a globului), incluzînd oceanele și mările, lacurile și fluviile etc., cît și prin faptul că viețuitoarele s-au dezvoltat prioritar în oceanul planetar ce deține și astăzi cea mai amplă biomasă de pe Terra. Este importantă, de asemenea, ca fiind un mare generator de oxigen atmosferic (se estimează că numai fitoplanctonul oceanic emană anual în atmosferă circa 363 milioane tone de oxigen) și cel mai mare absorbant și emițător de căldură, precum și principala verigă în circuitul apei în natură, iar prin apele continentale, principala sursă de apă potabilă.

Acestea trei constituie „învelișurile" abiotice, care au pregătit mediul propice pentru apariția și dezvoltarea viețuitoarelor. Pînă nu demult geologia plutea în nesiguranță

Scanned with OKEN Scanner

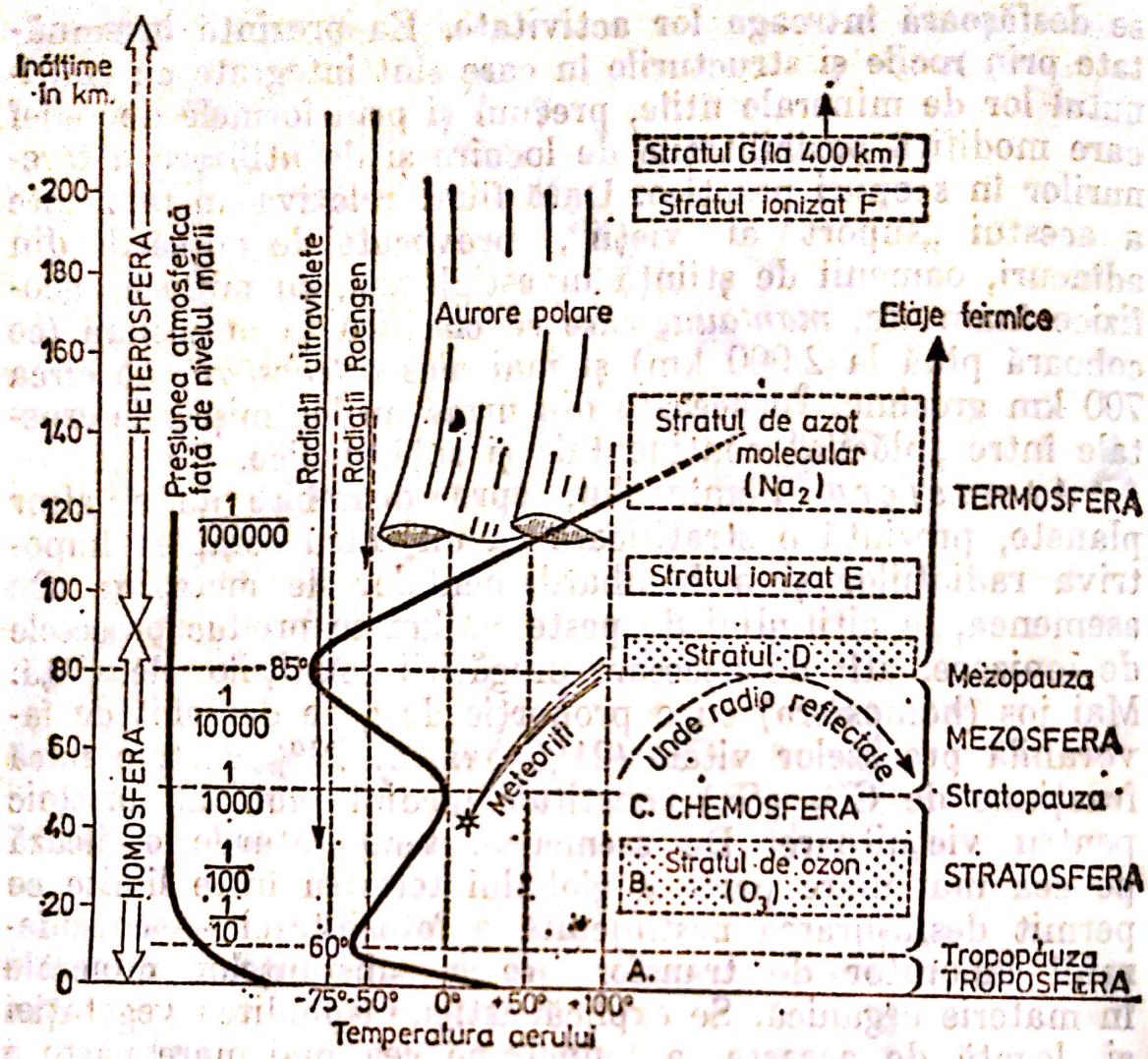


Fig. 2. Schema structurii atmosferei în raport cu înălțimea pînă la 200 km (mai departe continuă alte strate; cel de oxigen atomic pînă la 1 100 km, cel de heliu pînă la 3 500 km și mai sus cel de hidrogen atomic).

în stabilirea etapei de apariție a primelor forme de viață pe planeta noastră. O îndelungată perioadă de început a istoriei Pămîntului, pînă în precambrianul superior, era considerată *azoică*, adică lipsită de viețuitoare. Descoperiri recente, după 1970, au identificat fosile de ființe organizate în formațiuni petrografice ale precambrianului inferior, ceea ce atestă existența vieții pe Terra cu circa 4 miliarde de ani în urmă.

În stadiul actual al cunoștințelor despre *apariția vieții* pe Terra se deosebește trecerea de la unii compuși chimici minerali (de felul carbonaților, silicaților, fosfaților)

cu structură relativ simplă, la structuri de mare complexitate, care alcătuiesc materia vie ce se caracterizează prin proprietatea autoreproducerii pe baza consumului de substanțe minerale. Evoluția pare să se fi făcut în două etape: una chimică, alta biologică.

În prima etapă s-a trecut de la atomii existenți în atmosfera primitivă a Pămîntului, cu totul diferită de cea actuală (formată pe atunci din amoniac, metan, hidrogen și apă), la molecule din ce în ce mai complexe: mai întîi aminoacizi, zaharuri, baze azotate și nucleotide, apoi proteine, polizaharide, grăsimi și acizi nucleici. Noii compuși prezentau o proprietate nemaiîntîlnită pînă atunci: aceea de a se uni unii cu alții alcătuind polimeri. Dar această etapă nu reprezintă chiar apariția vieții, ci este considerată doar ca o fază pregătitoare.

A doua etapă, cea biologică, începe atunci cînd o asemenea organizare moleculară capătă o însușire nouă, specifică viețuitoarelor; cea de *autocataliză*, cum a fost numită, care stă la baza procesului de autoreproducere. Acizii nucleici și proteinele produc noi acizi nucleici și proteine identice cu cei dintîi, cromozonii din celule produc noi cromozoni, celulele noi celule etc. Pe aceste baze au apărut bacteriile, organismele unicelulare și cele pluricelulare. Firul evolutiv al viețuitoarelor a continuat prin apariția unor forme tot mai complexe de plante și animale pînă la cele actuale. Cu toată marea diversitate a viețuitoarelor din zilele noastre și a celor cunoscute din perioadele geologice, toate au o alcătuire comună, la bază stînd *celula vie*. Rămîn încă nedezlegate unele întrebări: cum a selecționat natura din cele 105 elemente chimice cunoscute astăzi numai cîteva (circa 20), pentru a le îmbina într-un anume fel ca să ia naștere materia vie? Și — cum s-a remarcat — aceste cîteva elemente sînt numai dintre cele ușoare, situate la partea superioară a tabelului lui Mendeleev. Aceștia au fost germenii celui de-al 4-lea înveliș terestru — *biosfera*.

Putem întrezări cît de îndelungată și de complexă a fost constituirea biosferei care acoperă Pămîntul ca o mantie cu puține rărituri sau întreruperi, din adîncurile oceanice pînă pe munții înalți, creînd o caracteristică proprie Terrei. Ne putem în același timp da seama cît de tare și totuși cît de fragil este echilibrul interior al formațiunilor biosferei,

Scanned with OKEN Scanner

care la rîndul lor și-au alcătuit ele însile condiții specifice de mediu (de pildă solul pe care se dezvoltă vegetația), aducînd modificări treptate chiar și învelișului atmosferic (creșterea proporției oxigenului). Rezultă grija mare pe care trebuie să o arate omul — în mod deosebit omul civilizației tehnice actuale — atunci cînd aduce modificări însemnate în natură, ce pot periclita existența unor viețuitoare luate ca specii ori ca ansambluri de specii pe anumite teritorii.

La interferența celor patru învelișuri principale s-au dezvoltat *antroposfera* și *pedosfera*. Cea dintîi s-a format prin desprinderea unui element din biosferă — omul și individualizarea lui ca factor hotărîtor de modificare a naturii terestre. Cealaltă (pedosfera) reprezintă sinteza întrepătrunderilor primelor patru învelișuri. Amîndouă — care pot fi numite „geosfere derivate" — se extind numai în limitele uscatului terestru, deci cu mari întreruperi teritoriale. Prin mișcările sale omul este prezent pretutindeni, la suprafața oceanelor, în atmosferă, în grote sau în tuneluri subterane.

Viețuirea în perioadele preistorică și istorică a omului în mijlocul naturii nu a zdruncinat raporturile dintre învelișuri în proporții remarcabile. Dealtfel pe scara geologică biosfera a avut propria ei evoluție, lăsînd în urmă specii dispărute și trecînd mai departe, spre cele mai noi, cu apariția de noi specii animale și vegetale mai adaptate condițiilor actuale de trai. În ultimele secole, omul și-a avut partea lui la dispariția unor specii de viețuitoare. El a atacat pe alocuri grav și pedosfera, fie prin suprapășunat, fie prin arături irațională. Acest înveliș de suprafață nu se reface ușor, de la sine: trebuie să treacă, pentru anumite categorii de soluri, cîteva mii de ani. În trecutul mai depărtat oamenii lăsau pămîntul în pîrloagă cîțiva ani în șir pentru a se înțeleni, adică a-și reface structura. Acum, chiar după un an de bune tratamente, un sol nu prea intens degradat își reface fertilitatea.

În ultimul veac, odată cu marea dezvoltare tehnică a omenirii, s-au atacat și învelișurile abiotice, pe alocuri din plin. Mai ales *hidrosfera* — și ne referim îndeosebi la cea de pe uscat, unde se află sediul omenirii — a avut de suferit cel mai mult. Apa continentală liberă, care reunește mai puțin

de 1% din volumul total de apă dulce al planetei (deci inclusiv calotele glaciale), este puțină. Ea este consumată pentru trebuințele vitale ale celor 4,5 miliarde de locuitori ai Terrei și pentru viețuitoarele celelalte, pentru folosințe industriale, pentru cele edilitare, pentru agricultură, toate în continuă creștere.

Prin anumite noxe (fum, particule de praf, gaze), omul a început atacul părții inferioare a atmosferii (troposfera), iar prin rachete, avioane supersonice, lansarea de sateliți, destramă pătura de ozon din stratosferă, filtrul util în calea radiațiilor ultraviolete.

Trebuie ca în permanență oamenii să-și amintească faptul că actualul echilibru dintre componentele naturii terestre, la care s-a ajuns după o foarte îndelungată vreme, nu prezintă o mare rezistență, putînd fi deteriorat local sau chiar pe întinderi relativ mari. Trebuie să-și reamintească mereu că una dintre principalele pîrghii ale acestui echilibru aparține biosferei care, în decursul istoriei Pămîntului, a elaborat oxigenul atmosferic, a contribuit la formarea zăcămintelor de cărbuni și hidrocarburi, chiar și a unor zăcăminte de fier, a înălțat mulțimea insulelor coraligene etc.

NATURA,
O ÎNLĂNȚUIRE DE INTERDEPENDENȚE

Sisteme de relații. Este binecunoscut că mediul înconjurător nu reprezintă doar o îngrămădire de elemente (naturale și antropice) așezate întîmplător unele lîngă altele, ci o îmbinare strîns corelată prin legături de interdependență între componente ca într-un organism. Aceste legături de la cauză la efect se caracterizează prin dinamismul lor, fiind de fapt relații ce produc modificări chiar în cadrul elementelor aflate în contact. De pildă, pătrunderea fluxului pe estuarul unui fluviu produce un curs invers — spre amonte — cu înălțarea nivelului apelor care se revarsă în albia majoră, adică pe cîmpul de lîngă maluri, depunînd pe aceste terenuri săruri și resturi de viețuitoare marine. La reflux, apele în retragere spală aluviunile de pe fundul albiei ducîndu-le în larg, astfel că estuarul, mereu curățat, se lărgește în formă de pîlnie și se adîncește, deși pe talveg se înalță bancuri subacvatice (datorită în mare parte decantării aluviunilor în suspensie la contactul cu apa sărată) care își modifică mereu contururile. Raporturile dintre apele oceanice în continuă mișcare diurnă și teritoriul de la gura fluviului sînt active. Se produc modificări continue prin eroziune de maluri și surpare (provocate de subsăpare), după cum se produc schimbări esențiale pentru viețuitoarele acvatice, care sînt nevoite să se adapteze acestor modificări zilnice de mediu și pentru cele terestre ce trăiesc pe seama prăzii rămase la reflux prin mîluri. Sînt *relații dinamice* în care uscatul se înfruntă cu apele, apele dulci cu cele sărate, viețuitoarele a două medii diferite, unele cu altele.

Relațiile de felul celor arătate au întotdeauna și caracter *spațial*. Dacă un munte izolat prezintă influențe limitate la o anumită arie în jur, constituind un obstacol minor în calea norilor, prilejuind întîmplător condensarea unei părți

Scanned with OKEN Scanner

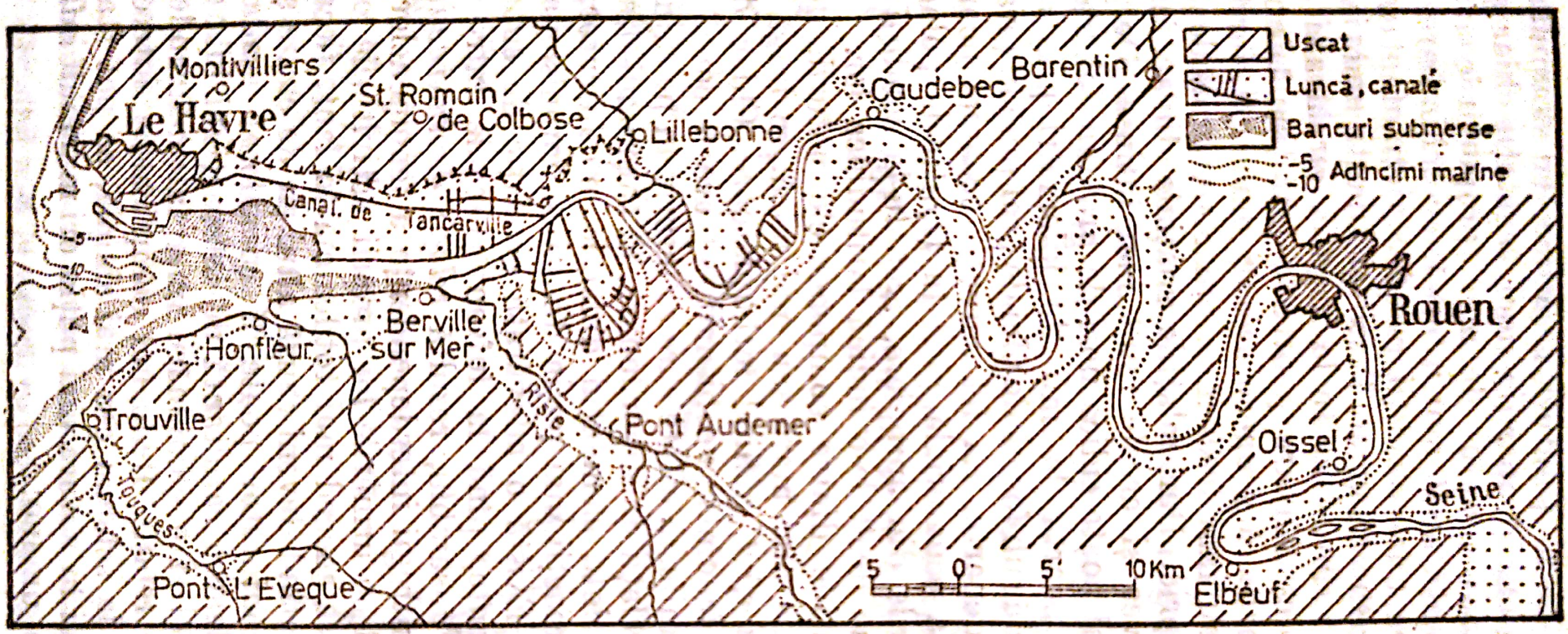


Fig. 3. Estuarul Senei, cu indicarea celor trei medii de viață: uscatul, lunca invadată de ape marine în faza de flux și apele marine permanente (la limita cărora se produc permanente modificări prin depuneri de aluviuni). În ultimele două, procesele vitale se află în permanentă schimbare.

a acestora chiar în ținuturi deșertice, cu acumularea unei oarecare umidități și apariția unei vegetații chiar și sărăcăcioase, un masiv muntos de mari proporții constituie un areal de influență mult mai intensă, cu schimbare de peisaj pînă la crearea unor condiții propice vieții, fapt marcat de masivele sahariene Ahaggar, Tassili și Tibesti, unde iau naștere izvoare și mici rîuri folosite la irigații, iar la altitudini pajiștile sînt îndestulătoare pentru a întreține turme, astfel că muntele poate să grupeze așezări omenești, iar în trecut, cînd ploile erau mai frecvente, chiar remarcabile forme de civilizație proprie. Dar relațiile spațiale dintre fenomenele naturii pot avea și areale mult mai întinse. De pildă, un uragan tropical poate ridica nori de praf din Sahara, la mari înălțimi, și-i poartă la mii de kilometri prin atmosferă lăsîndu-i să cadă sub formă de ploi de praf pînă în țara noastră și chiar mai departe. La fel curenții oceanici poartă apele calde din zona ecuatorială pînă în ținuturile polare, influențînd țărmurile din apropiere, creîndu-le condiții de viață mult mai bune decît le-o indică latitudinea lor.

Toate relațiile dintre componentele naturii, de extensiune teritorială mai mare sau mai mică, se leagă între ele *de la cauză la efect*, nefiind întîmplătoare. Chiar dacă este vorba de un fenomen neobișnuit, el are o cauză care l-a provocat și manifestă efecte care se înscriu în peisajul locului. Pot exista și relații de subordonare, în care unul dintre componente reprezintă elementul dinamic, modificator, celălalt suportînd cu reacții mai puțin dinamice impulsionarea factorului activ. Există o adevărată gradație de subordonare între componente, pînă la înfruntări egale între acestea. De aceea, pe ansamblu, rezultă *relații de interacțiune*. Ele stau la baza întregii interdependențe a fenomenelor din natură, incluzînd cu urmările lor proprii activitățile omenești. Aceste relații se succed mai totdeauna în lanț, fiecare efect la rîndul lui putînd deveni cauză altui șir de cauze și efecte.

Mediul înconjurător poate fi considerat așadar *o rezultantă;* nu doar o rezultantă de interacțiuni bilaterale ori multilaterale, ci și a combinării unor întrepătrunderi între complexele de relații. Reducînd complicatele intercondiționări existente la schema cea mai simplă, se pot stabili trei trepte de relații în natura mai puțin ori mai mult influențată de activitățile umane:

Scanned with OKEN Scanner

Relațiile între elementele abiotice, din categoria celor fizice (cum sînt cele de dezagregare, de deflație, de gelifracție, adică de îngheț-dezgheț repetat, de eroziune etc.), ori din categoria celor chimice (îndeosebi dizolvarea și alterarea rocilor) cu ritm de desfășurare mult mai lent care duce cu timpul la tocirea munților alcătuiți din rocile cele mai dure (granite, bazalte și andezite), ori la găurirea ca un burete a munților alcătuiți din calcare. Se îmbină în aceste relații interacțiunile aer-rocă, apă-rocă, aer-apă, cu circuite de felul celei a apei în natură, a dinamicei atmosferice etc. care se interferează avînd drept rezultat evoluția „geologică" a fenomenelor în natura Terrei.

Relațiile de natură biotică introduc o complexitate mult mai mare, deoarece în afara interacțiunilor fizice și chimice arătate intervin viețuitoarele ce constituie un factor de ample schimbări de materie și energie a unor compuși organici integrați în complexe combinații celulare și felurite procese vitale. Menționăm între acestea *procesele de*

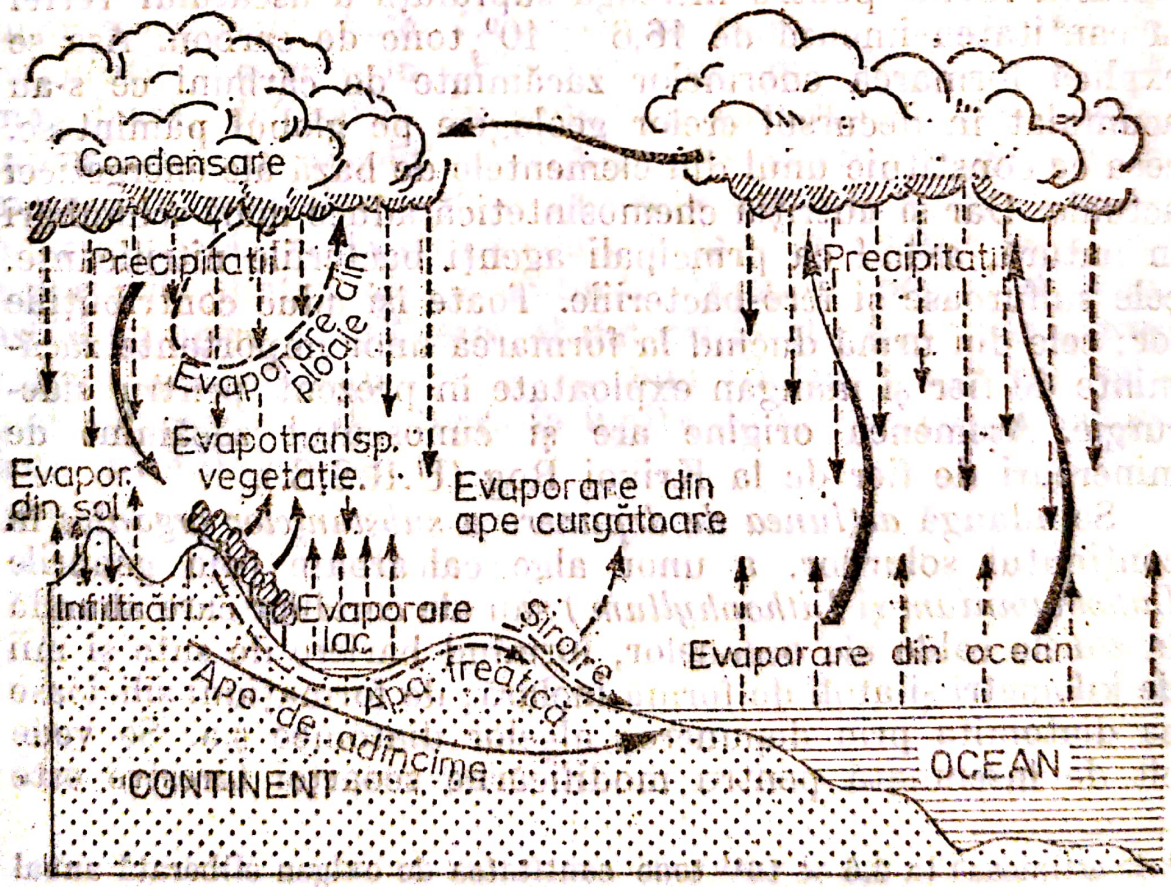


Fig. 4. Circuitul apei în natură, cu complexele circuite secundare.

nutriție, care asigură creșterea organismelor și energia necesară ajungerii la maturitate și la înmulțirea lor. Nutriția, care la viețuitoarele inferioare se asigură pe cale *chemosintetică* (producerea substanțelor nutritive obținîndu-se prin propriile reacții celulare, fără ajutorul luminii solare), iar la plantele verzi prin *fotosinteză* (producerea substanțelor nutritive făcîndu-se de clorofilă cu ajutorul energiei solare) introduce fundamentale modificări în natura globului pămîntesc. Fotosinteza reprezintă mecanismul unic prin care carbonul este încorporat în materia vie. Oxigenul este eliberat în atmosferă prin procesele fotosintezei repetate. Acumularea lui la scară planetară[1] timp de milioane de ani a dus la actuala proporție de gaze care alcătuiește masa atmosferică la partea ei inferioară (homosfera) și care în proporțiile cunoscute de oxigen și azot s-a dovedit foarte favorabilă viețuitoarelor.

S-a calculat că, în medie, se fixează anual cîte 250 tone de carbon pe fiecare hectar de pădure, cîte 149 tone pe un hectar cultivat agricol și cîte 43 tone pe hectarul de pajiște. Aceasta revine pentru întreaga suprafață a uscatului Terrei la cantitatea imensă de $16{,}6 \times 10^9$ tone de carbon. Așa se explică formarea enormelor zăcăminte de cărbuni ce s-au acumulat în decursul erelor geologice pe globul pămîntesc, ceea ce constituie unul din elementele de bază ale energeticei actuale. Dar și nutriția chemosintetică aduce mari schimbări în natură, avînd ca principali agenți bacteriile nitrificante, cele sulfuroase și fero-bacteriile. Toate își aduc contribuțiile lor; cele din urmă ducînd la formarea unor importante zăcăminte de fier și mangan exploatate în prezent pentru siderurgie. Asemenea origine are și cunoscutul zăcămînt de minereuri de fier de la Krivoi Rog (U.R.S.S.).

Se adaugă *acțiunea de depunere a substanțelor organice* în conținutul solurilor, a unor alge calcaroase (din genurile *Lithothamnium* și *Lithophyllum*) sau ale coralilor care abundă în zonele calde ale oceanelor, formînd bariere de sute și mii de kilometri și atoli de formă inelară; de formațiuni silicioase ca diatomita prin depunerea algelor diatomee ș.a. Se vede cît de însemnată pentru modificările scoarței terestre este

[1] Se estimează la $2{,}6 \times 10^{11}$ tone cantitatea de oxigen eliberată anual în atmosferă prin procesele de fotosinteză a vegetației de pe uscat.

Scanned with OKEN Scanner

funcțiunea de înmulțire a viețuitoarelor, unele dintre ele contribuind la formarea hidrocarburilor (petrol și gaze naturale) prin procese de bituminizare, altele intrînd în complexe procese modificatoare a formațiunilor minerale. În sumă, se constată rolul hotărîtor al biosferei în transformarea geosferelor abiotice, de la modificarea în timp îndelungat a atmosferei, pînă la formarea unora dintre cele mai însemnate zăcăminte de interes economic pentru omenire.

Relațiile om-natură s-au intensificat odată cu înmulțirea și extensiunea teritorială a speciei umane și cu ridicarea omului pe trepte tot mai înalte de civilizație, ceea ce a avut drept consecințe consumuri tot mai mari de hrană și de materii prime luate din natură; pe de altă parte, o sporire a puterii lui de intervenție printr-o tehnică dezvoltată cu mare repeziciune în ultimele două secole. *Agricultura* s-a extins practic în majoritatea zonelor de cîmpie unde cad ploi, modificînd aspectul floristic al locurilor și dereglînd mecanismele refacerii naturale a solurilor. *Industria* consumă cantități tot mai mari de combustibili și materii prime, răspîndind în atmosferă și deversînd în ape mari cantități de reziduuri care deteriorează local structura troposferei și a unor ape continentale. Extensiunea rapidă a căilor de comunicație moderne în ultima sută de ani într-o rețea tot mai deasă, defrișările de păduri și desțelenirile de pajiști intensificate în secolul al XX-lea în zonele temperate și extinse în mod alarmant în perioada contemporană în zona intertropicală, arată cît de complicate și de intense au ajuns raporturile dintre om și natură. Factorul om a devenit astfel un agent modificator al naturii foarte activ, iar *antroposfera* se individualizează ca una dintre geosferele cele mai puternic modificatoare la limita de interferență a celorlalte învelișuri terestre.

Scanned with OKEN Scanner

DEREGLĂRI PRODUSE ÎN NATURĂ ÎN ULTIMA VREME

În natură se produc calamități distrugătoare de felul cutremurelor, erupțiilor vulcanice, uraganelor, incendieri de păduri etc. sau transformări lente, neobservabile, care modifică treptat aspectele de peisaj. Însumate în timp, acestea reprezintă însăși evoluția geologică de pe Terra. Mai mult decît atît, viețuitoarele produc ele însile propriile lor deșeuri care se acumulează pe alocuri în cantități impresionante, putînd duce chiar la diminuarea pe acele locuri a speciei respective înmulțită excesiv anterior pe seama distrugerii altora. Unii cercetători au exagerat chiar rolul *poluării naturale*, cu toate că în natură deșeurile unei categorii de viețuitoare constituie resurse de viață altei categorii, ceea ce asigură reciclarea materiei și reziduurilor organice în natură, aceasta avînd așadar posibilitatea unei permanente „curățiri" proprii a mediului înconjurător.

Încă de pe primele trepte ale civilizației umane, din neoliticul mijlociu și superior, cînd s-a trecut la creșterea animalelor și la agricultură, omul a început intervenția sa asupra naturii. Extinzînd speciile animale și vegetale considerate mai utile pentru el, a înlăturat altele considerate „nefolositoare" sau chiar dăunătoare. S-au produs defrișări în jurul satelor și desțeleniri de pajiști care prin dimensiunile lor nu pricinuiau dereglări însemnate în natura înconjurătoare. Dezvoltarea în vremurile istorice a orașelor a creat local modificări mai radicale, fără ca natura să fie izgonită cu totul chiar din cuprinsul acestor așezări.

În ultimele două veacuri însă, ca urmare a dezvoltării tot mai puternice a industriei, a extensiunii și treptatei intensificări a producției agricole, a creșterii la proporții uluitoare a orașelor și a înmulțirii mijloacelor de transport prin crearea unei ample rețele de comunicații și poluarea introdusă

de vehicule, transformarea naturii a luat dimensiuni necunoscute anterior.

Mineritul aduce importante modificări în natura locurilor. Săparea de galerii poate pricinui surpări (îndeosebi în cele părăsite), care apar ca niște incizii în teren, iar după exploatările în carieră rămîn „locuri rele" cu gropi, bălțoace și grămezi informe de steril. *Industria* modernă, impulsionată de mașinism, de noi surse energetice, de aplicarea tehnicii în progres rapid, a dus la noi ritmuri de dezvoltare, ceea ce a impus termenul de „revoluție industrială". Sprijinită astfel, industria s-a extins teritorial chiar independent de sursele energetice sau de cele de materii prime. A trecut din marile aglomerări urbane în suburbiile acestora, apoi în micile orașe și chiar în mediul rural. În prezent, în țările dezvoltate industria s-a generalizat, ceea ce a atras după sine fundamentale transformări în înfățișarea locurilor, modificarea funcțiunilor naturale predominante a multor regiuni, a impulsionat ample deplasări a forței de muncă rurale spre centrele industriale ajunse orașe cu multe locuri de muncă.

Schimbările de peisaj s-au produs nu numai printr-o *urbanizare* specifică zilelor noastre (îngrămădiri de fabrici, aducțiuni de apă, întrucît industria — indiferent de ramură — este o mare consumatoare de apă, de unde necesitatea creerii în jur a numeroase lacuri de acumulare, a unei încîlcite întrețeseri de linii de înaltă tensiune și a unei rețele feroviare de suprafață și subterane, conducte de gaze, canaluri subterane care răvășesc traectul pînzelor freatice etc.), dar și prin noxe atmosferice compuse din pulberi și gaze adesea toxice, prin poluanți ai apelor curgătoare care ies din arealele urbane sub forma unor curgeri care nu mai sînt lichide, ci semi-fluide murdare, răspîndind mirosuri de chimicale, pete de uleiuri arse și mîluri nocive.

Dar mari modificări se produc și prin acțiunile de sporire a producției agricole, folosindu-se din ce în ce mai multe îngrășăminte minerale și organice, care, cînd nu pătrund prin apele de infiltrare pînă în stratul freatic, se scurg cu apele de ploaie pînă în albiile rîurilor, ducînd la intoxicarea treptată, pînă la suprimarea faunei rîurilor.

Și asupra *terenurilor agricole* activitățile antropice pot aduce modificări importante. Prin arături omul transformă anual peste 3 000 km^3 de soluri în pămîn-

Scanned with OKEN Scanner

turi afînate în care se schimbă radical condițiile de stabilitate, de aerisire, de umezire, iar procesele biologice — care contribuie atît de mult la formarea solului — se află în derută totală. Astfel prelucrat, solul devine un corp artificial în mediul natural avînd alt regim al infiltrării apelor meteorice, alt regim al scurgerilor superficiale (cu consecința directă — spălarea orizonturilor superioare ale solului sau producerea eroziunii lineare), posibilități mult mai mari de evaporare, ori de înmagazinare a umidității, de acumulare a substanțelor minerale (sporite mult prin aplicarea de îngrășăminte chimice) etc. Iată de ce pe terenurile cultivate agricol, eroziunea este mult mai activă, iar depunerile pămîntoase la baza versanților ajung repede vizibile. În unele țări, ca Indonezia, de pildă, eroziunea prin spălarea solului atinge în medie 3 mm pe an, ceea ce reprezintă 3 decimetri într-un secol, adică înlăturarea totală a orizonturilor fertile de la partea superioară a profilului de sol. În Jawa eroziunea este și mai intensă înlăturînd anual o pătură groasă de aproape un metru pe an (Tricart J. et Cailleux A., 1955).

Dacă o parte din depunerile pămîntoase se acumulează la capătul de jos al versanților sau în agestre la vărsarea torenților pe albiile văilor înălțîndu-le, altă parte ajunge la gurile fluviilor formînd delte. La vărsarea Dunării în Marea Neagră, fluviul a astupat un întreg golf din antichitate, strămutîndu-și mereu brațele dintr-o parte în alta. În vremea din urmă fluviul depune la vărsare aproape 80 milioane tone aluviuni pe an. Creșterea aceasta s-a produs începînd din ultima parte a secolului al XVIII-lea și a continuat în cursul secolului al XIX-lea, cînd s-a trecut mai intens la extinderea arăturilor în bazinul acestui fluviu îndeosebi în aval de Bratislava, unde anterior existau mari întinderi de cîmpie și zone deluroase cu pajiști și mici păduri. Procesul depunerilor la gurile fluviului s-a intensificat mult ducînd la formarea deltei secundare de la gura Chiliei în plină extensiune și azi. La fel s-a întins cu mare grabă delta „în labă de gîscă" de la vărsarea fluviului Mississippi în bazinul căruia s-au produs de asemenea ample defrișări și arături pe întinsele pajiști naturale, unde altădată păsteau bizonii.

În cuprinsul marilor aglomerări urbane, cu dotări industriale, însăși clima locală a ajuns să se diferențieze de cea din împrejurimi, datorită ecranului de pulberi și fum

Scanned with OKEN Scanner

care plutește deasupra lor ca rezultat al degajării din coșurile de fabrici, a aburilor termocentralelor, a gazelor de eșapament a autovehiculelor, a fumului din locuințe etc. Înregistrările făcute arată că în marile orașe europene căldura emisă de aceste surse reprezintă în medie anuală 12—15 kilocalorii pe centimetru pătrat, față de 52 kilocalorii pe centimetru pătrat cît se primește la latitudinea respectivă de la Soare. Așa se explică temperaturile medii anuale mai ridicate cu 1,5°C la Paris și în alte mari orașe europene, cu aproape 2°C la New York. Dacă mediile anuale atenuează în genere aceste diferențe, temperaturile reale, la o anumită oră de zi, pot depăși chiar în orașe mai mici, cum este Iașul, cu 5°C sau și mai mult pe cele din împrejurimi (Elena Erhan, 1979). De aceea s-a și creat termenul de „climat urban", cu însușiri contrastante față de a climei împrejurimilor în plin cîmp.

Date fiind asemenea trăsături cu totul caracteristice din ultima perioadă imprimate de industrializare, urbanizare și intensificarea paroxistică a circulației autovehiculelor, s-a putut afirma că în vremea din urmă, de intensă dezvoltare tehnică, natura a fost mai puternic modificată și pe alocuri chiar deteriorată, decît în patru-cinci milenii de istorie a omenirii.

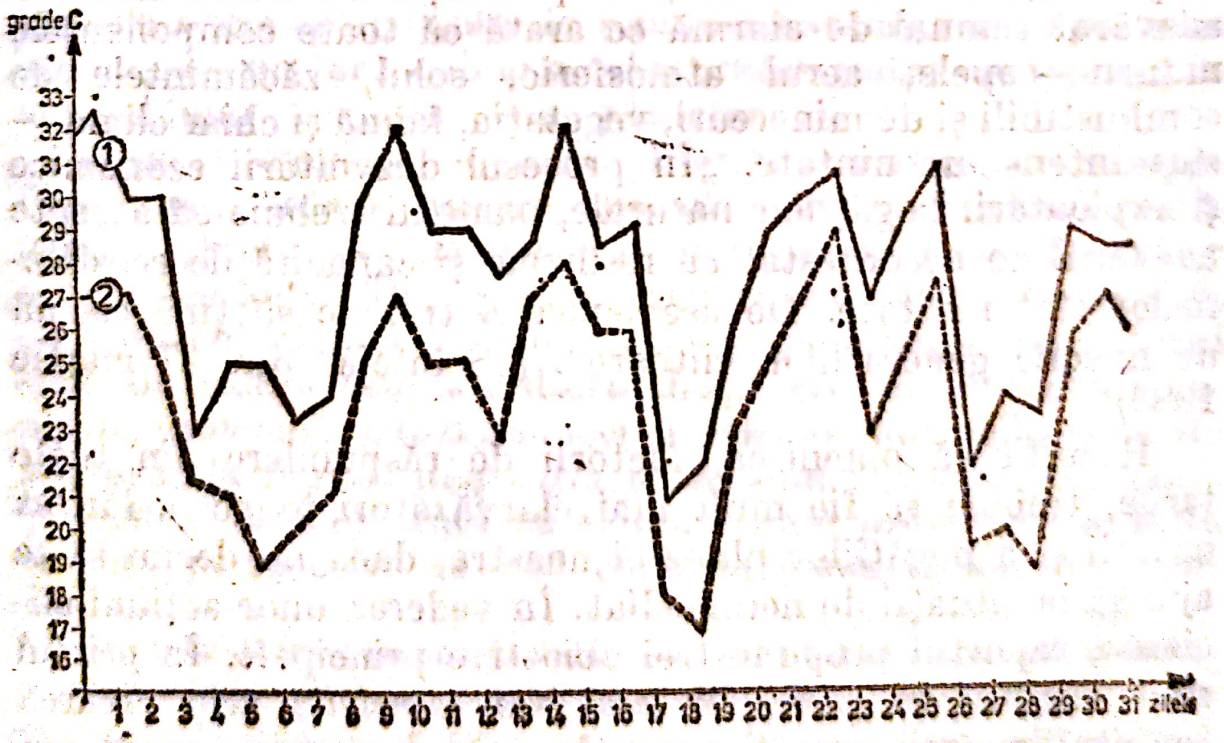


Fig. 5. Variația temperaturii aerului în luna iulie 1970 la ora 13 în Iași: în intravilan (1) și pe dealul Păun din vecinătate (2), (după Elena Erhan).

REFACEREA NATURII DEGRADATE ȘI PREVENIREA DETERIORĂRII — O NECESITATE VITALĂ PENTRU OMENIRE

Deteriorarea naturii, foarte înaintată pe anumite zone ale globului terestru, a ajuns să îngrijoreze largi cercuri de specialiști și chiar guvernele unor țări. Principalele organisme internaționale — Uniunea Internațională de Conservare a Naturii, Programul Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător, Fondul Mondial pentru Natură — reunite în scopul stabilirii modalităților de frînare a actualelor excese distructive și a instaurării unei strategii de protecție a naturii, au dat publicității un important document. Acel document, rezultat a trei ani de muncă intensă, la care au participat aproape o mie de oameni de știință din o sută de țări, se constituie ca o chemare către toate țările lumii de a participa la o amplă acțiune de refacere și de protecție a naturii. Este un adevărat semnal de alarmă ce arată că toate componentele naturii — apele, aerul atmosferic, solul, zăcămintele de combustibili și de minereuri, vegetația, fauna și chiar clima — sînt intens amenințate. „În procesul dezvoltării economice și exploatării bogățiilor naturale, oamenii trebuie să accepte adevărul de necontestat că resursele și capacitățile ecosistemelor sînt limitate. De asemenea ei trebuie să țină seamă de nevoile generațiilor viitoare". („Scînteia" din 27 martie 1980).

Rezultă că omenirea, factorii de răspundere din toate țările, trebuie să fie mult mai clarvăzători în gospodărirea naturii și a bogățiilor planetei noastre, dacă nu dorim să se ajungă la situații de neremediat. În vederea unor acțiuni eficiente, raportul propune trei obiective principale. În primul rînd *menținerea proceselor ecologice esențiale*, prin crearea condițiilor unei epurări naturale a apelor, prin urgentarea regenerării solurilor, prin reciclarea materiei organice. Într-al

Scanned with OKEN Scanner

doilea rînd prevede *conservrea diversității genetice, a plantelor și a animalelor* ca un tezaur care nu se mai poate reconstitui odată distrus. Într-al treilea rînd *stoparea exploatării resurselor* „vii" amenințate, cum sînt pădurile, pășunile, anume rezerve piscicole. Numai astfel se va putea întrezări repunerea naturii în stare de echilibru cu posibilități de evoluție normală în viitor.

Trebuie să precizăm că reechilibrarea naturii nu înseamnă reîntoarcerea acesteia la starea de sălbăticie, la imaginea celei din preistorie, cum caută să acrediteze exegeții tehnocrației sau susținătorii puterilor nelimitate a monopolurilor și societăților supranaționale în goana lor după profituri uriașe, realizate împotriva legilor naturii. Ei afirmă cu cinism că acțiunea de protecție a mediului înconjurător este „o adevărată mașină infernă generatoare de inflație, de recesiune și de reducerea profiturilor". Fără îndoială, natura trebuie pusă în slujba omului, a progresului omenirii (cînd acesta este progres adevărat). În acest scop se pot aduce mediului înconjurător modificări bine chibzuite prin culturi agricole, prin construcții de drumuri și așezări omenești, prin exploatarea resurselor naturale necesare. Toate aceste imixtiuni în mediu trebuie efectuate însă în limitele normale indicate de științele naturii, cu respectarea legilor naturii, fără a dăuna echilibrului dintre componentele ansamblului regional sau planetar.

Criza ecologică — scrie filozoful marxist Giuseppe Prestipino, într-o lucrare apărută în traducerea românească (1980) — „ia naștere din inversiunea bruscă a acestei tendințe[1]. Deși știința progresează astăzi într-un ritm care nu suferă nici o comparație, deși descoperirea de noi surse de energie este la ordinea zilei,... creșterea naturii umanizate provoacă astăzi reducerea celei umanizabile și poate provoca, la limită, *dispariția primordialei naturii prietene*". Și autorul italian arată că semnele care prevestesc această sumbră perspectivă se văd chiar în evoluția formelor cul-

[1] Este vorba de creșterea capitalului constant pînă la un anumit moment al acumulării capitaliste, paralel cu posibilitățile încă mari ale naturii neumanizate, numită de autor *natura umanizabilă*. Criza este generată de schimbarea acestor raporturi care restrînge pînă la desființarea naturii neumanizate adevărata rezervă de mîine.

Scanned with OKEN Scanner

turii (ireversibilul amurg al artei propriu-zise), în faptul că „natura umanizată, în dezordonata ei expansiune, ne va apare o realitate monstruoasă, ostilă, ce *nu* poate fi înduplecată și însuși esteticul ca înlocuitor (ținînd de *planing*, de *confort*, de *design*), pierzîndu-și sprijinul, își va pierde și funcția simbolică de înlocuitor al schimbului om-natură, pe care mediul obiectelor artificiale, al produselor tehnologice o mai îndeplinește încă într-o oarecare măsură" fără a evita însă „eșecul civilizației și al omului însuși ca specie".

Despre ocrotirea naturii. În fața acestor perspective, omul vremurilor actuale trebuie să procedeze, atît timp cît o mai poate face, ca un bun gospodar cu natura patriei, ca și cu aceea a „zonelor comune" care depășesc granițele țărilor folosind tuturor — oceanele, atmosfera, zona antarctică. Dacă grija trebuie să fie mai mare față de zonele intens periclitate, gîndul cel bun trebuie extins asupra întregului glob terestru, căci oricare părticică a întregului se află strîns integrată cu celelalte și se răsfrînge într-o formă sau alta asupra ansamblului planetei. „Conservarea, respectiv atitudinea de gospodari față de glob, trebuie să se impună ca o prioritate de prim ordin, exprimă raportul celor trei mari organizații internaționale mai sus menționate. Această opțiune este absolut necesară, căci *nu mai poate exista dezvoltare fără o strategie generală de conservare a bogățiilor planetei.* Cu alte cuvinte, oamenii ar trebui să se mulțumească numai cu prelevarea dobînzilor furnizate de resursele naturale, fără a secătui prețiosul capital" („Scînteia", 27 martie 1980). Trebuie să se procedeze așadar cu înțelepciune, în lumina cunoașterii științifice a desfășurării fenomenelor în natură, considerînd că mediul de pe Terra este un bun neîntîlnit pe alte planete. Și dacă ar fi distrus, ar trebui milenii, chiar zeci de milenii pentru refacerea unor anumite componente ale sale. El aparține nu numai omului contemporan, ci *și urmașilor noștri în veacurile următoare.* Și aceasta reprezintă o mare răspundere.

Se răspîndesc în lume diferite opinii în legătură cu lupta împotriva degradării naturii, se critică îndepărtarea omului de natură și, ca urmare, artificializarea vieții cotidiene îndeosebi a populației orașelor mari, considerîndu-se ca imanentă contradicția dintre om și mediu, intensificată prin dezvoltare. Au luat naștere chiar curente extremiste care propagă

Scanned with OKEN Scanner

întoarcerea deplină a omului în natură cu respingerea folosirii cuceririlor tehnice („naturismul", „robinsonismul ecologic" ș.a.). Nu la exaltările utopice vrem să ne oprim, deși mai toate exteriorizează revolta împotriva huzurului unei anumite părți a populației (îndeosebi din țările capitaliste dezvoltate), care se rupe total de baza existenței firești într-o natură nedegradată și împotriva unei tehnici industriale care depersonalizează omul, îi aduce mai multă nefericire decît confort etc... Există o anumită gradație între ceea ce numim apărarea naturii și folosirea ei pentru necesitățile și progresul societății omenești, care în limitele firești poate satisface și una și alta din cele două componente: *natură* și *dezvoltare*. Ele nu sînt antitetice, cum afirmă unii economiști, dar fără îndoială dezvoltarea dezordonată, risipitoare a resurselor naturale și a bunurilor fabricate, inechitabilă sub raport social, este dăunătoare, chiar distrugătoare a mediului înconjurător. În schimb dezvoltarea echilibrată, lipsită de extravagantele inutile ale unor părți din lumea capitalistă, se poate împăca cu protecția naturii.

Sub forma relativ restrînsă a ocrotirii în unele parcuri de vînătoare ale feudalilor, protecția naturii a început încă din secolul al XVI-lea. De exemplu, în Polonia s-au luat măsuri de protecție a unor specii pe cale de dispariție ca zimbrul, calul sălbatic ș.a. Între primele grădini botanice se citează „Jardin des Plantes" de la Paris, înființată în secolul al XVII-lea. Unele păsări și mamifere sălbatice intră sub protecție în Marea Britanie încă din secolul al XVI-lea. Înființarea de parcuri naționale și rezervații naturale se legiferează în prima jumătate a secolului al XIX-lea în S.U.A., Elveția, Franța, Germania, Belgia, de asemenea în Japonia, Australia, India, Noua Zeelandă etc. Pe plan internațional iau ființă anumite organizații încă din prima parte a secolului nostru (de exemplu „Comisia consultativă pentru protecția internațională a naturii" de la Berna, înființată în 1913). O importanță deosebită a avut „Conferința Națiunilor Unite asupra Mediului Înconjurător", ținută în iunie 1972 la Stockholm.

Scanned with OKEN Scanner

De fapt *în țara noastră* primele măsuri de ocrotirea naturii se iau încă de la sfîrșitul secolului al XIX-lea, impulsionate de inimoși oameni de știință și continuă în primele decenii ale secolului al XX-lea, avînd ca rezultat protejarea unor specii de plante și animale. În anul 1930 este adoptată „Legea pentru protecția monumentelor naturii", iar în 1931 ia ființă „Comisia pentru ocrotirea monumentelor naturii" de pe lîngă Academia Română, reîntărită printr-o lege mai cuprinzătoare din iunie 1973. După cîțiva ani de la înființare, această Comisie reușește, datorită stăruințelor marilor noștri naturaliști Emil Racoviță, Alexandru Borza, Constantin Motaș ș.a. să pună sub protecția legii Parcul Național din Retezat, inițial cu o suprafață de 13 000 ha (ulterior de 15 000 ha)[1]. De asemenea, de la cîteva rezervații delimitate înaintea celui de-al doilea război mondial, s-a ajuns ca din 1954, sub auspiciile acestei Comisii, numărul rezervațiilor să ajungă la peste 200, cu o suprafață totală de peste 12 000 ha, în afara rezervațiilor și parcurilor forestiere, a celor peste 20 peșteri ocrotite, a rezervațiilor fosilifere și geologice etc.

Dar în afara acestor areale restrînse și izolate, protecția naturii pe întreaga noastră țară intră, în ansamblu, în domeniul legislației, mai întîi asupra fondului forestier (1962), care ulterior, printr-o reglementare mai amplă, este cuprins în „Programul Național pentru conservarea și dezvoltarea fondului forestier în perioada 1976—2010", legiferat în aprilie 1976. Programul stabilește, într-o concepție unitară, „un ansamblu de măsuri pe termen lung, în scopul apărării, conservării și dezvoltării patrimoniului silvic, valorificării sale calitativ superioare, asigurării unei exploatări rationale a pădurilor, protecției mediului înconjurător, a faunei

[1] El cuprinde circuri și văi glaciare, morene, lacuri de mare altitudine, văi seci, doline, peșteri, avene, precum și endemisme carpatice și elemente rare de faună (capra neagră, rîsul, jderul, ursul carpatin, cocoșul de munte, acvila de munte etc.) și peisaje de o rară frumusețe.

Scanned with OKEN Scanner

cinegetice și piscicole"[1]. Din 1967 se reglementează domeniul apelor prin adoptarea „Programului național de perspectivă pentru amenajarea bazinelor hidrografice din R.S. România". Acest program prevede „sistematizarea întregii rețele hidrografice a țării, regularizarea tuturor cursurilor de apă, amenajarea unor bazine și lacuri de acumulare a rețelei de irigații, prevenirea și combaterea poluării apelor și a eroziunii solului, valorificarea potențialului hidroenergetic, dezvoltarea navigației interioare, creșterea producției piscicole și altele, care să asigure folosirea cît mai deplină a resurselor de apă pentru satisfacerea cerințelor populației și ale economiei naționale, precum și apărarea localităților și terenurilor agricole împotriva inundațiilor"[2].

Pe ansamblul mediului înconjurător s-au mai legiferat, de asemenea, piscicultura și pescuitul în anul 1974, fondul funciar în același an, iar în 20 iunie 1973, „Legea privind protecția mediului înconjurător" avînd drept scop „păstrarea echilibrului ecologic, menținerea și ameliorarea calității factorilor naturali, dezvoltarea valorilor naturale ale țării, asigurarea unor condiții de viață și de muncă tot mai bune generațiilor actuale și viitoare". Această lege are în vedere aerul, apele, solul, subsolul și resursele naturale.

În anul următor (1974) s-au promulgat și alte legi care detaliază pe cea a producției mediului înconjurător, între care amintim și „Legea privind sistematizarea teritoriului și localităților urbane și rurale" asupra căreia vom reveni mai încolo.

În acest cadru de măsuri organizatorice s-au efectuat ample lucrări de amenajări a bazinelor hidrografice şi de dezvoltare a fondului forestier, s-a trecut la aplicarea pe întreg cuprinsul țării a prevederilor pentru protecția mediului ambiant, paralel cu sistematizarea teritoriului și a localităților în scopul creerii unei rețele de localități moderne repartizate armonios pe teritoriu. Se realizează astfel bazele unei echilibrate dezvoltări a naturii odată cu cea economico-socială.

---

[1] „Programul național pentru conservarea și dezvoltarea fondului forestier în perioada 1976—2010", „Scînteia", 16 aprilie 1976.

[2] Vezi ziarul „Scînteia", 16 aprilie 1976.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE ORIENTATIVĂ

NICOLAE CEAUȘESCU — *Raport la cel de-al XII-lea Congres al P.C.R.* Edit. politică. 1979.

* * * — *Programul Partidului Comunist Român de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism.* Edit. politică, 1976.

* * * *Programul-directivă de dezvoltare economico-socială a României în profil teritorial în perioada 1981—1985*, Edit. politică, 1979.

COMMONER BARRY — *Cercul care se închide. Natura, omul și tehnica.* Edit. politică, 1980.

ERHAN ELENA — *Clima și microclimatele din zona orașului Iași.* Edit. Junimea, Iași, 1979.

POSEA AURORA — *Poluarea oceanului planetar.* „Bul. Soc. Șt. Geogr.", Ser. nouă, vol. IV, 1976.

PRESTIPINO GIUSEPPE — *Natură și societate.* Edit. politică, 1980.

TRICART J. ET CAILLEUX A. — *Cours de géomorphologie, Introduction à la gémorphologie climatique.* Presse Universit. Paris, 1955.

TUFESCU VICTOR — *Agricultura la limita aridității.* Edit. științifică și enciclopedică, 1980.

FUNDAMENTAREA ECOLOGIEI CA ȘTIINȚĂ

DOMENIUL ECOLOGIEI

ETAPELE DEZVOLTĂRII. *Ecologia* este o știință veche pentru om și cu toate acestea actul ei de naștere a fost semnat tîrziu, abia în a doua jumătate a secolului trecut. Ea a coexistat cerințelor umane în mod tacit pornind de la empiricele cunoștințe privind grupările de plante și animale sau de corelații între manifestarea unor procese fizico-chimice și prezența unor organisme. Papirusurile egiptene, de exemplu, ne atrag atenția că recolte bune se obțineau în urma inundațiilor Nilului.

Dar evidențe de acest fel sînt prea multe și prea dispersate pentru a ne permite să le oferim cititorului și pentru a se fi constituit într-o știință de sine stătătoare. Aspectele studiate capătă un contur mai apropiat de ceea ce înțelegem astăzi prin ecologie în perioada fructuoasă a cercetărilor de istorie naturală din secolul al XVIII-lea. Părintele sistematicii moderne, Carl von Linné (1707—1778), atent observator al naturii, surprinde o serie de relații deosebit de interesante ecologic între plante și mediul lor de existență, pe care le notează în celebra sa lucrare „Istoria plantelor“ (1750). Sînt făcute observații din domeniul fenologiei (fazelor de dezvoltare) și repartiției geografice a plantelor. Georges Louis Leclerc de Buffon (1707—1788), în tratatele sale de „istorie“ a patrupedelor (1755—1767) și păsărilor, (1770—1783) relevă relații între specificul morfo-anatomic al organismelor studiate și mediul lor de viață. Iar René Antoine Ferchault Réaumur (1683—1757) prezintă, în lucrarea sa „Istoria naturală a furnicilor“ (1742), specializările funcționale ale indivizilor unei aceleiași specii.

În prima jumătate a secolului al XIX-lea, ca urmare a transformărilor sociale și a progresului datorat primei revoluții științifico-tehnice, se înregistrează modificări însemnate

Scanned with OKEN Scanner

și în sfera problemelor ecologice. Progresul, în același sens, este datorat, în principiu, părăsirii abordărilor de factura „istoriei naturale" și delimitării mai clare a problematicii din punct de vedere conceptual și ca metodă. Atenția se îndreaptă cu prisosință spre rezolvarea unor aspecte care se dovedesc de o stringentă importanță practică. Edificatoare este contribuția lui Justus von Liebig (1803—1873) în domeniul utilizării îngrășămintelor pe bază de fosfor, asupra plantelor agricole, aspect practic care l-a condus la enunțarea legii minimului.

Prin caracterul său sintetic, ecologia nu a putut apare în prima parte a secolului al XIX-lea. Se impunea în acest sens definirea și delimitarea unor domenii ale cunoașterii naturii pe care să le folosească noua știință. Mai mult, apărea necesară conturarea unei concepții comprehensive de factură materialist-dialectică în privința proceselor din natură. Concepția a reprezentat-o evoluționismul darwinist, care a redefinit sfera problematicii pentru un cîmp larg de științe chiar exterioare celor biologice. Științele necesare apariției ecologiei sînt de factură foarte diversă. Selecționăm astfel din istoria dezvoltării științelor naturii în secolul al XIX-lea importantele progrese din domeniul fiziologiei vegetale și animale, sistematicii bazată filogenetic, biogeografic, oceanografic, chimic etc.

În această situație de profundă revoluție în domeniul cunoașterii naturii se naște, în anul 1866, *ecologia* pornind de la definiția pe care i-o dă biologul evoluționist german Ernst Haeckel (1834—1919), ca fiind „domeniul de cunoștințe privind economia naturii — investigarea tuturor relațiilor animalelor cu mediul lor anorganic și organic". Termenul de ecologie fusese folosit cu un an înainte (deci în 1865) de către colegul său Reiter, care însă nu l-a definit mai mult decît a face înțelesul pe care îl poartă cuvintele grecești din care provine: *oikos* = casă și *logos* = știință.

Reiter i-a dat numele și Haeckel a definit-o. Haeckel va reveni cu unele precizări asupra definiției inițiale. Între timp, alți naturaliști au început să abordeze problemele noii științe care se dovedeau atît de interesante. Și astfel, în desfășurarea faptelor, este necesar să ilustrăm etapele mari ale evoluției ecologiei pentru a putea contura atît definirea nonformală a acestei științe, cît și a ilustra problemele

Scanned with OKEN Scanner

fundamentale ce îi sînt specifice. Prin prezentarea etapelor, a definirii sale, și a indicării domeniilor componente, încercăm să oferim cititorului un model palpabil, inteligibil, al ecologiei.

Dar înainte de a întoarce ceasul istoriei noii științe de la anul nașterii sale, 1866, se impune să facem o precizare. Haeckel personal nu a efectuat cercetări speciale ecologice de amploarea celor care l-au consacrat pentru alte domenii biologice. Trebuie însă să adăugăm că el a realizat acest fapt prin elevi — mai ales prin unul dintre ei care s-a impus prin rezultatele date științei mondiale. Este românul Grigore Antipa (1867—1944), discipol favorit al lui Haeckel, care și-a trecut doctoratul la maestrul său cu rara apreciere de „magna cum laudae" (numai A. Walter și H. Driesch au mai obținut o astfel de strălucită considerare a tezei de doctorat). Reîntors în patrie, Gr. Antipa realizează o muncă de pionierat în ecologia aplicată a apelor dulci. Într-o perioadă cînd abia se tatonau principiile fundamentale ale funcționării sistemelor ecologice, Antipa reușește să pună la punct exploatarea piscicolă rațională a luncii și deltei Dunării, să amelioreze prin amenajări delta și complexul Razim și să generalizeze principii extrem de importante pentru productivitatea ecologică a Dunării. Sistemul său de amenajări a fost folosit de Facultatea de agricultură și piscicultură din Urbana, ceea ce a permis sporirea randamentului în exploatarea complexă a luncii fluviului Illinois din Statele Unite. Amenajări după „sistemul Antipa" s-au făcut cu succes în bazinele: Rhin, Vistula, Volga, Kura și în Marea Caspică. Ne putem deci mîndri că prin Gr. Antipa nu numai că știința românească a cunoscut apariția ecologiei de la sursă, dar a avut și o contribuție esențială în dezvoltarea sa.

Cu această prioritate subliniată, să urmărim etapele evoluției ecologiei de la nașterea sa. În intervalul unui secol și două decenii de existență, ecologia a străbătut, în principiu, patru etape: prima — de conturare, a doua — etapa ecologiei trofice, a treia — etapa trofo-energetică, a patra — etapa integrării și modelării pe calculator.

Etapa de conturare se poate desemna, în mod cu totul convențional, ca fiind cuprinsă între anii 1866 (prima definiție recunoscută a ecologiei) și 1911 (anul lucrării lui Victor Shelford despre „legea toleranței"). În intervalul

menționat cercetările întreprinse evidențiază procese ecologice fundamentale care permit să se delimiteze mai clar domeniul științei respective. Astfel, studiind un banc de stridii, Karl Möbius ajunge la concluzia (1877) că organismele nu trăiesc independent, ci formează o grupare pe care o numește *brocenoză* sau *comunitate*. În cercetările întreprinse asupra lacului Léman, F.A. Forel descoperă (1892—1895) stratificarea termică a apei și implicațiile acesteia în gruparea organismelor. F.E. Clemens, analizînd metodele de cercetare ecologică (1905), și F. Dahl, studiind condițiile de viață ale licosidelor (un grup de arahnide) (1908), introduc noțiunea de *habitat*. Iar E. Warming preia conceptul de comunitate și îl aplică în ecologia plantelor (1909).

Dacă comparăm cercetările efectuate în această perioadă sesizăm faptul că ele pornesc fie de la studierea speciilor întîlnite în anumite condiții concrete, fie de la condiții de viață spre speciile ce trăiesc în acest cadru, fie numai de la speciile zonei respective. Ele nu rămîn însă exclusiv lucrări de prezentare sistematică a speciilor sau de studiere a mediului neviu. În mare măsură își mențin acest caracter. Dar, ceea ce este deosebit, constă în conturarea unor idei de factură integrativă prin relevarea dependenței între părți (specii sau condiții abiotice). Pe această cale se profilează conceptele și metodele fundamentale în privința cercetării sistemelor ecologice. Este, în general, o viziune globală asupra acestuia fără detalierea problemelor. Pe de altă parte procesul de conturare nu este continuu ascendent. Lucrările nu preiau automat noile concepte, ci se produc reveniri continui la idei și tratări anterioare. Dar treptat se clădește noua viziune de abordare a naturii și termenul de ecologie se impune față de alții similari sau aproape similari prin conținut.

Etapa ecologiei trofice se delimitează în principiu între anii 1911 și 1940 (anul apariției lucrării lui Ch. Juday privind energetica lacului Manitoba). Investigațiile efectuate asupra unor sisteme ecologice diferite din punctul de vedere al complexității lor și a specificului factorilor au permis în această etapă diversificarea și aprofundarea problematicii ecologice.

Fără îndoială că această etapă este jalonată conceptual și metodic prin lucrarea fundamentală a lui Ch. Elton: „Ecologia animală“ (1927). Prin ea se pun bazele *ecologiei trofice*,

Scanned with OKEN Scanner

concepție pe care o păstrăm și astăzi în ideile ei esențiale. Elton demonstrează că sistemele ecologice, de felul comunităților de organisme sau biocenozelor, se structurează, în mod predominant, după relațiile de hrană (*trophos* = hrană) dintre organismele existente. Urmărind această idee Elton a identificat grupările funcționale ale viețuitoarelor din punct de vedere ecologic, ca și structurile ce le formează acestea și asupra cărora vom reveni.

Epoca este dominată de definirea conceptelor și stabilirea metodologiei de lucru în ecologie. Pe această linie V. Shelford (1911) introduce metode fiziologice de cercetare în explicitarea repartiției geografice a animalelor, stabilind „legea toleranței". R. Chapman (1928) încearcă transpunerea legii lui Ohm din fizică în analiza reglajelor numerice a populațiilor de organisme și formulează conceptul de „rezistență a mediului".

Chimismul mediului este o componentă fundamentală trofic pentru plante. Ideile eltoniene „plutind în aer" au fost captate în direcția studierii chimismului mediului și al reglajelor reciproce dintre acesta și plante de către O. Arrhenius (1922) sau H. W. Harvey (1926) care, prin studiile lor, inițiază cercetări în domeniul ciclurilor biogeochimice.

Studiul comunităților vegetale a condus nu numai la stabilirea unor metode specifice, dar și la conturarea unei noi științe — *geobotanica*. Contribuții majore în acest sens sînt aduse prin lucrările lui J. Braun-Blanquet și E. Furrer (1913), F.E. Clements (1916), H.A. Gleason (1926), V.N. Sukacev (1928).

Fructificarea concepției trofice se realizează în egală măsură și în domeniul reglajelor numerice ale populațiilor. Rezultatele cercetărilor lui A.J. Lotka (1920), V. Volterra (1925), R. Chapman (1928), G. F. Gause (1934) verifică nu numai concepția trofică, dar conduc și către individualizarea unui nou domeniu — *ecologia demografică* (*demos* — popor, *graphe* — descriere) studiul numărului de indivizi dintr-o populație biologică sau mai multe din punct de vedere cauzal și dinamic.

Și, în sfîrșit, pe plan integrativ ecologic A.G. Tansley (1935) introduce noțiunea de ecosistem, care se impune față de alte încercări, desemnînd unitatea sistemică dintre bio-

Scanned with OKEN Scanner

cenoză și mediul său neviu. Sub raport noțional și conceptual se impun a se menționa totodată contribuțiile importante ale lui Forbs (1887), Friedericks (1930), Thienemann (1939), Sukacev (1944), Vernadski (1944).

Conceptul de *ecosistem*, structurarea și reglarea trofică a biocenozei, identificarea structurilor și relațiilor din alte comunități mai simple ca biocenoza, metodele de lucru, toate reprezintă realizări ale etapei analizate care au avut ca efect atît stimularea cercetărilor ecologice cît și diversificarea sau conturarea domeniilor.

Etapa trofo-energetică se poate delimita în mod aproximativ între anii 1940 și 1964, ultimul desemnînd începerea Programului Biologic Internațional care a avut pentru ecologie un rol însemnat cu rezultate ce vor fi comentate mai departe.

Etapa este fără îndoială dominată de rezolvarea unei probleme esențiale pentru ca explicațiile ecologiei trofice să fie utilizabile la nivelul de profunzime a abordării care fusese atins. A apărut evident faptul că populațiile unui ecosistem nu se pot compara între ele fără erori nici prin numărul de indivizi și nici prin greutatea totală înregistrată de aceștia. Se impunea o unitate de echivalență universală pentru microorganisme, plante și animale. Logic s-a impus caloria ca unitate energetică, ceea ce a permis o integrare valorică și a factorilor fizico-chimiei în ecosistem.

Încercări de reformulare a ecologiei din punct de vedere energetic sînt multe și devansează anul 1940 indicat de noi în mod aproximativ ca moment de naștere a noii concepții. Între contribuțiile de pionerat nu pot fi trecute cu vederea lucrările din 1939 ale lui G. L. Clarke și V. S. Ivlev realizate independent, asupra unor organisme acvatice. Dar prima imagine asupra modului energetic de structurare a unui ecosistem, în care regăsim principiile eltoniene, este datorată lui Ch. Juday (1940). Ea este urmată, în 1942, de sinteza lui R.L. Lindeman asupra principiilor ecologiei energetice prin care se inaugurează concepția trofo-dinamică și respectiv ecologia trofo-energetică.

Obiectivele fundamentale ale ecologiei trofo-energetice sînt de a explica structurarea și funcționarea ecosistemului pe baza schimbului de energie, ceea ce oferă posibilitatea unei juste aprecieri a producției populațiilor biologice componente.

Scanned with OKEN Scanner

Noua orientare a deschis calea unor investigații deosebit de fructuoase cum sînt cele datorate lui H.T. Odum și E.P. Odum (1955), J.M. Teal (1957), H.T. Odum (1957), S. Richman (1958), W.E. Ricker (1958), G.G. Winberg (1960) etc. Sînt realizate atît cercetări de teren, cît și investigații experimentale de laborator. Se introduc tehnici noi de lucru, așa cum este de exemplu folosirea izotopului C^{14} (E. Steemann — Nielson, 1952). Rezultatele cercetărilor se reprezintă sub forma modelului de buget și transfer energetic. Se simte tot mai mult necesitatea calculatorului cibernetic care începe să fie frecvent folosit după anul 1950.

Dar progrese se înregistrează nu numai pentru ecologia trofo-energetică, ci și pentru cea demografică. Modelul de reglaj trofic Lotka-Volterra este extins de A.J. Nicholson (1951—1958). Alături de Nicholson o serie de alți ecologi fundamentează teorii noi pe aceeași bază trofică, așa cum sînt N.R. Thomson (1956), A. Milne (1957), M.E. Solomon (1957) etc. H. G. Andrewartha și L.C. Birch (1954) demonstrează că reglajul numeric se produce în populații nu numai prin hrană, ci și datorită factorilor fizico-chimici, iar F. Schwerdtfeger (1958), în aceeași direcție, atestă rolul esențial ce revine șansei în procesele de reglaj. Cu toate acestea, primul Congres internațional de ecologie demografică (Cold Spring Harbor, 1957) este dominat de concepția Lotka-Volterra a reglajului numeric populațional prin hrană.

În această etapă se nasc două domenii noi pentru ecologie: cel informațional și cel evoluționist.

Ecologia informațională apare după ce C.E. Shannon și W. Weaver (1959) fundamentează teoria matematică a comunicațiilor. În etapa anilor 1959—1964 aspecte de factură informațională apar sporadic în lucrările de ecologie trofo-energetică sau demografică, încît practic ecologia informațională aparține mai ales etapei ulterioare. În schimb ideile de *ecologie evoluționistă* sînt mult mai vechi. Ch. Darwin (1859) a fost un precursor celebru în acest sens. Dar noul domeniu s-a putut afirma independent abia după anul 1940 cînd se formulează teoria sintetică a evoluției sau darwinismul modern în care își dau mîna ecologia și genetica populațională. Pentru etapa pe care o analizăm, pornind de la rezultatele lui N.W. Timofeeff-Ressovsky (1940), E. Mayr (1942), Th. Dobzhansky și C. Epling (1944) se întreprind cercetări în

Scanned with OKEN Scanner

direcții pur ecologice, cum este de exemplu lucrarea lui D. Chitty (1960) în privința aplicării teoriei matematice a selecției naturale la procesele de reglaj numeric populațional.

Etapa integrării și modelării pe calculator începe aproximativ odată cu Programul Biologic Internațional (I.B.P.), inițiat de U.N.E.S.C.O. în 1964, care are prevăzută o secțiune specială pentru ecologie. În principiu, din punct de vedere ecologic rolul I.B.P. a fost de a unifica metodele de cercetare, de a valorifica rezultatele anterioare pe cît posibil și de a inventaria diferitele procese ecologice la scară mondială. Pare poate ciudată cerința de standardizare și unificare metodică în urma afirmației făcute anterior că ecologia energetică a întrebuințat de la început o singură măsură — caloria. Dar să nu uităm că organismele pot fi măsurate energetic în diferite stări de conservare și cu diferite procedee din punct de vedere tehnic, inclusiv metode indirecte.

În urma desfășurării sale s-a luat inițiativa publicării a 30 de manuale I.B.P. pentru unificarea metodelor de cercetare ecologică de vîrf alcătuite sub coordonarea unor ecologi de prestigiu. Citățm spre exemplificare: sub redacția lui R. A. Vollenweider (1969) — metode de măsurare a producției primare, sub redacția K. Petrusewicz și A. Macfadyen (1970) — metode de măsurare a productivității animalelor terestre, sub redacția W.T. Edmondson și G.G. Winberg (1971) — metode de măsurare a productivității secundare acvatice, sub redacția W.E. Ricker (1971) — metode de măsurare a productivității piscicole, sub redacția I. Sorokin și Kadota (1972) — metode de măsurare a producției microorganismelor etc. Este interesant să subliniem orientarea prioritară a cercetărilor ecologice actuale în direcția studierii productivității sistemelor ecologice. Întrucît problema a impus o complexitate nebănuită anterior, nici tehnicile rafinate de măsurare și nici catalogarea parametrilor energetici pentru majoritatea grupurilor ecologice nu ar fi permis a se ajunge la rezultate fructuoase fără intervenția modelărilor pe calculator. Majoritatea reuniunilor ecologice internaționale, ce s-au desfășurat multe în ultimul deceniu, sînt dominate de comunicări ale unor echipe complexe, de rezultate obținute prin experiment pe bază de simulare cu alcătuirea unei game largi de programe de investigație. Tre-

Scanned with OKEN Scanner

buie să subliniem o mutație însemnată și în privința înțelegerii structurii ecosistemelor pentru care, păstrîndu-se ideile fundamentale ale ecologiei trofo-energetice anterioare, se profilează subsisteme diferite față de cele clasice.

În egală măsură însă, s-au înregistrat progrese și în celelalte domenii ale ecologiei. De exemplu pentru ecologia demografică, cel de-al doilea congres internațional, care s-a desfășurat în 1970 în Olanda, a marcat părăsirea ideilor pur deterministe de reglaj trofic și lărgirea sferei proceselor de reglaj numeric cu includerea viziunii probabilistice în care hazardul își are un loc recunoscut. Calculatorul electronic și programele de prognoză mai ales pentru evoluția dăunătorilor și paraziților în ecologia aplicată sînt frecvent folosite. La rîndul ei, ecologia informațională este folosită intens în rezolvarea problemelor trofo-energetice a celor demografice sau a unor aspecte ale vechiului domeniu al ecologiei sistematice (zoologice sau botanice).

I.B.P. s-a prelungit pînă în anul 1974, anterior însă, în 1970, începînd un nou program de cooperare internațională subvenționat de către U.N.E.S.C.O. sub titulatura: „Omul și biosfera". (M.A.B.)

CONTRIBUȚII ROMÂNEȘTI. Să facem în continuare cîteva referiri asupra cercetărilor întreprinse de biologii români în această direcție. Desigur, va fi doar o creionare, întrucît o analiză temeinică numai a acestei probleme ar implica spațiul unui volum de sine stătător. Dealtfel, pe tot parcursul lucrării s-au făcut mențiunile mai importante.

Să reamintim la început aportul ecologic a patru personalități: Gr. Antipa, E. Racoviță, A. Popovici-Bâznoșanu și Al. Borza.

Despre Grigore Antipa (1867—1944) am făcut cîteva notații anterior din care, succint, reținem contribuțiile sale esențiale în dezvoltarea ecologiei aplicate probată asupra apelor dunărene și marine mai ales în privința productivității. Însăși expunerea diferitelor animale naturalizate în mediul lor de viață, sub forma dioramelor, cît și întreaga concepție de organizare a muzeului din capitală, care îi poartă cu cinste numele, este o prioritate românească.

Amintind contribuția lui Emil Racoviță (1868—1947) în același domeniu, vom pune nu fără motiv multă căldură

Scanned with OKEN Scanner

în cele scrise. E. Racoviță este o personalitate biologică impresionantă prin vastitatea domeniilor de studiu abordate. Precursor al concepției populaționale moderne, ecologic, el a analizat cel puțin trei categorii majore de medii de viață și anume: marea, extremul antarctic și domeniul subteran. În cunoașterea fiecăruia dintre acestea a marcat solide priorități românești dintre care cea mai importantă poate se leagă de edificarea biospeologiei din punct de vedere teoretic, dar și organizatoric prin fondarea la Cluj-Napoca a primului institut de specialitate din lume. Pentru urmași rămîne totodată relevant ca model al umanismului și capacității de comprehensiune. Pe valurile Mediteranei, pierdut într-o mică ambarcațiune cu dr. Pruvot, mai tîrziu imobilizat cu tovarășii săi în ghețurile Antarcticii, sau ulterior în investigații periculoase în subteran, E. Racoviță a ilustrat perfect angajamentul inteligent al omului de știință cît și capacitatea umană de confruntare cu infinitul. Dincolo de descoperirile științifice, cheia de boltă a reușitei sale a constat în faptul că a evidențiat în fiecare colaborator al său partea cea mai bună și a știut să-i stimuleze dezvoltarea. Așa se explică de ce a realizat practic admirabile echipe de colaborare științifică și umană, fondînd o valoroasă școală care i-a continuat munca.

Andrei Popovici-Bâznoșanu (1876—1969), desfășurînd în principal o activitate zoologică, are totodată contribuții demne de menționat pentru ecologia românească. Face astfel prima clasificare a tipurilor de biotopuri de la noi din țară (1937) introducînd conceptul de bioscenă (bios = viață, scena = scenă) ce reprezintă biotopul elementar de existență a indivizilor, întemeiază în 1922 Stațiunea zoologică de la Sinaia — prima din România. Duce de asemenea o activitate de popularizare, publicînd împreună cu M.A. Ionescu în 1935 și 1937 călăuzele excursionistului în pădure și la Marea Neagră.

Alexandru Borza (1887—1971), creator al școlii românești de geobotanică, fondator al Grădinii botanice din Cluj-Napoca, realizează contribuții ecologice pe linia abordării fitocenologice. În cursul numeroaselor cercetări teritoriale identifică stadiile de climax și succesiunile din Cîmpia Română (1927), efectuează studii ecologice și fitocenologice în Cîmpia Ardealului (1928), în Munții Retezatului (1934), ai Se-

Scanned with OKEN Scanner

menicului (1946), în valea Sebeşului (1959) etc. Sub raport pur ecologic, de un deosebit interes este tratatul său „Introducere în studiul covorului vegetal" (1965, publicat în colaborare cu Nicolae Boşcaiu). Îndreptar metodologic elevat în studierea structurală a grupărilor asociative a producătorilor primari spermatofiţi, tulbură prin perspectivele conceptuale pe care le deschide cititorului care, în mod frecvent, are impresia că lecturează o lucrare scrisă recent, reflectînd supleţea de gîndire şi abordare cantitativă foarte nouă.

Nu întîmplător am alăturat numele lui E. Racoviţă, A. Popovici-Bâznoşanu şi Al. Borza întrucît prin colaborarea fructuoasă a acestor trei personalităţi s-a realizat în 1930 Comisia monumentelor naturii.

În ultimile trei decenii contribuţii în dezvoltarea ecologiei româneşti le-au avut cercetările şi activităţile didactice desfăşurate de către: I. Andriescu, Adriana Antoniu-Murgoci, M. Băcescu, P. Bănărescu, Al. Beldie, C. Bîndiu, Gh. Brezeanu, N. Boşcaiu, N. Botnariuc, Al. Buia, Th. Buşniţă, R. Codreanu, Victoria Cure, V. Decu, N. Doniţă, Gr. Eliescu, Virginia Enăceanu, C.C. Georgescu, St. Godeanu, M.T. Gomoiu, M.A. Ionescu, Simona Marcoci, I. Miron, G. Müller, St. Negrea, M. Olteanu, Tr. Orghidan, M. Papadopol, C. Paşcovschi, Ana Paucă, Mihaela Paucă-Comănescu, E. Pop, E.A. Pora, Virginia Popescu-Marinescu, I. Popescu-Zeletin, Val. Puşcariu, V. Gh. Radu, L. Rudescu, N. Sălăgeanu, B. Stugren, N. Toniuc, M. Tufescu, C. Vancea, V. Zinevici, A. Zamfirescu.

Instituţional, programe ecologice de cercetare se desfăşoară în cadrul facultăţilor de biologie, a Institutelor agronomice, silvice, în institutele de cercetări biologice, în Institutul român de cercetări marine de la Constanţa, în Institutul speologic „E. Racoviţă", în laboratoarele departamentale de protecţia plantelor din agricultură şi silvicultură, în cadrul Institutului pentru gospodărirea apelor, a Institutului de cercetări piscicole, a Institutului de cercetare a Deltei Dunării, a staţiunilor de la Pîngăraţi, Sinaia, Orşova, Brăila, etc. Comisia monumentelor naturii a instituit şi veghează la ocrotirea a 260 de rezervaţii naturale.

DEFINIREA ECOLOGIEI. Ne oprim la aceste cîteva aspecte pentru a reveni la problema iniţială pe care am dorit

Scanned with OKEN Scanner

să o ilustrăm și anume definirea ecologiei. Este necesar să revenim asupra definiției dată de către E. Haeckel prin care ecologia era privită ca un studiu al economiei naturii. Evoluția gîndirii ecologice, pe care am ilustrat-o pe scurt în paginile anterioare, pledează pentru precizări și actualizări ale acestui punct de vedere. De altfel aceasta a reprezentat o preocupare permanentă a diferiților ecologi în intervalul de la 1866 pînă astăzi. Una dintre cele mai reușite definiții ale etapei abordărilor trofice o datorăm lui V. Shelford care înțelegea ecologia drept *știința comunității*. Ea reflectă un progres important, întrucît relevă mai clar obiectul cercetării reprezentat prin grupări funcționale ale viețuitoarelor de factură sistemică — respectiv comunitățile biotice sau biocenozele. Totodată un astfel de studiu implică inerent reflectarea condițiilor de viață ale comunității, sau o abordare a mediului biocenozei. Să nu uităm că în perioada citată noțiunea de ecosistem nu era încă dată, dar se resimțea necesitatea găsirii unui concept ce să reflecte unitatea dintre biocenoză și mediul său neviu.

Evoluția ulterioară a ecologiei a însemnat puțin în privința precizărilor definitorii pe plan conceptual față de cele menționate. În fapt se pot contura trei direcții pe care le urmează definițiile ecologice și anume:

1) ecologia ca știință a ecosistemului, formă cel mai frecvent acceptată în ultima vreme;

2) ecologia ca știință a comunităților biotice, subliniindu-se prin aceasta faptul că factorii abiotici interesează nu prin ei înșiși, ci prin modul în care se reflectă ca acțiune conjugată cuantificată de existența unor asocieri specifice a viețuitoarelor;

3) ecologia ca știință a productivității biologice, concepție care impune, ca și precedentele, exprimarea tuturor componentelor participante și a măsurii de participare la proces, aici fiind evident incluși și factorii abiotici. Acest punct de vedere, stimulat de evoluția din ultimile decenii ale cercetărilor ecologice, nu este decît o altă formă, poate mai precisă, a definițiilor anterioare.

Din toate definițiile moderne ale ecologiei se desprinde faptul că ea este o știință a naturii vii fiind interesată de complexul sistemic abordabil prin viețuitoare care garantează respectarea condițiilor necesare vieții pentru mediul ana-

Scanned with OKEN Scanner

lizat. Sigur că cercetărilor ecologice li se asociază identificarea și măsurarea unor factori fizici, chimici, hidrologici, meteorologici, litologici etc. Dar în sine astfel de cercetări nu înseamnă ecologie decît dacă rezultatele obținute din măsurătorile citate sînt folosite pentru explicarea cauzalității unui proces biocenotic sau al unei comunități biotice mai restrînse dar semnificativă ecologic. Din această cauză tratatele de ecologie modernă reproduc celebra definiție a lui E.P. Odum (1961) prin care ecologia este privită ca *știință a mediului viu* sau *biologia mediului*. Nu se disprețuiește pe această cale contribuția atît de necesară a cercetărilor nonbiologice fără de care nu se poate concepe astăzi un studiu ecologic în sensul complex implicat de știința modernă. Se atrage numai atenția asupra unei erori posibile de concepție ce se impune a fi evitată și anume de reducere a ecologiei la o știință nonbiologică, fie la o știință biologică tradițională (de tipul sistematicii plantelor sau animalelor, a fiziologiei vegetale sau animale etc.) Ecologia se circumscrie astfel ca o știință de sinteză, fundamental biologică, dar cu un profund caracter interdisciplinar.

Pentru momentul de discernere care se impune, vom apela la o meditație datorită lui Ion Barbu și înscrisă în cunoscuta sa poezie „Joc secund“:

„Nadir latent, poetul ridică însumarea
De harfe resfirate ce-n zbor invers le pierzi.
Și cîntec istovește: ascuns, cum numai marea
Meduzele cînd plimbă sub clopotele verzi“.

Încercînd să definim ecologia am citat versurile lui Ion Barbu, și nu în mod întîmplător. Ele au menirea de a ilustra punctul de vedere barbilian asupra artei poetice, dar nu numai atît. Geometrul Dan Barbilian, cu scrupulozitatea omului de știință de mare valoare, dar animat de dragostea pentru oameni și artă, ne-a proiectat în versurile citate o curioasă și neștiută moștenire pentru ecologie. Este de datoria noastră să omagiem memoria autorului și să rugăm a nu se considera un act de impietate dacă refolosim versurile sale pentru definirea ecologiei astfel:

„Nadir latent, ecologul ridică însumarea
Modelelor parțiale ce-n zbor invers le pierzi
Și calcul istovește: ascuns cum numai marea
Meduzele cînd plimbă sub clopotele verzi“.

Scanned with OKEN Scanner

Este surprinzător să recunoaștem în aceste versuri cu atît de puține modificări față de original specificul esențial al ecologiei ultimilor ani. În sensul omagierii geniului creator uman, cît și al ecologiei ca știință a supraviețuirii umanității, ne permitem să interpretăm pentru cititor imaginile poetice implicate.

Obiectul ecologiei este aproape invizibil senzorial („Nadir latent") întrucît ceea ce surprindem pe această cale în natură sînt părți ale întregului, așa cum remarcam și anterior. Realitatea ecologică se desprinde treptat („latent"), odată cu compararea exclusiv cantitativă pe diferite căi (numeric, energetic, informațional) a prezenței părților implicînd diferite grade de complexitate a corelației acestora („...ecologul ridică însumarea/ modelelor parțiale.."). Ceea ce sesizăm de exemplu direct, sub forma unei păduri, nu reprezintă decît

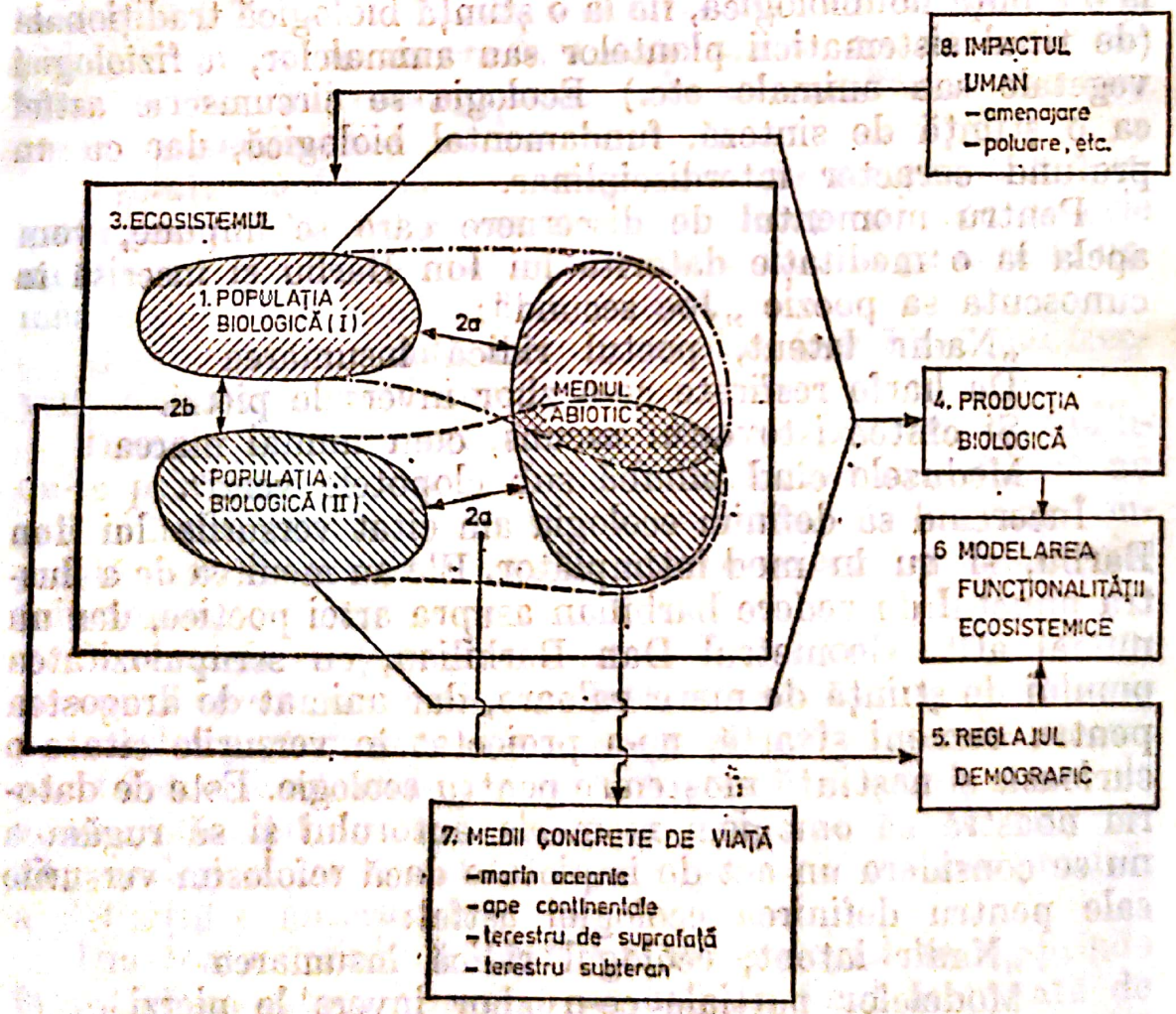


Fig. 6. Categorii de domenii ale ecologiei (1—8)în interacțiunea lor, așa cum sînt prezentate în lucrare.

Scanned with OKEN Scanner

un aspect structural inițial a realității ecologice, de grupare a unor organisme, lipsindu-ne de șansa de a găsi de la început relațiile cauzale care permit funcționarea sistemului în lipsa măsurării proporției participării părților și a valorii factorilor lor de existență („Modelelor parțiale ce-n zbor invers le pierzi..“). Se impune o muncă atentă de calcul relațional între părți („Și calculul istovește..“) a cărui semnificație se pierde pentru profan asemeni meduzelor transparente în apa mării, deși ele sînt acolo și reprezintă o realitate.

După acest scurt istoric și definirea domeniului ecologici se impune a prezenta în cîteva cuvinte relațiile dintre domeniile ecologiei așa cum sînt abordate în concepția modernă. Din evoluția conceptelor se desprinde, fără îndoială, faptul că legăturile sînt complexe și se structurează pe mai multe planuri, Am ales, pentru cititori, un model mai simplu de prezentare, ilustrat în fig. 6, în scopul mai ales al explicării lucrării. Astfel, începînd din capitolul următor se tratează sistemele ecologice din ce în ce mai complexe: populația biologică (1), populația și mediul său (2a-interacțiunea cu mediul abiotic și 2b-cu mediul biotic), ecosistemul (3). Sînt prezentate apoi diferite aspecte speciale de un deosebit interes pentru ecologia contemporană, cum sînt: reglajul populațiilor (4), producția biologică (5), modelarea funcționalității sale din puncte de vedere diferite (6). Este evident că fiecare dintre cele trei probleme, chiar dacă fac referiri la un număr limitat de populații, implică, direct sau indirect, intervenția tuturor factorilor ecosistemici. Problemele numerotate cu (7) și (8) formează obiectul părților a III-a și a IV-a a lucrării.

Scanned with OKEN Scanner

POPULAȚIA BIOLOGICĂ PRIVITĂ ECOLOGIC

Sistemul biologic minim compatibil investigațiilor ecologice, așa cum este el actualmente definit, deci „cărămida" de bază a edificiului biocenozei și ecosistemului, este reprezentat de populația de plante, animale și microorganisme. Se extinde uneori nejustificat noțiunea de populație biologică la totalitatea indivizilor unui teritoriu, ceea ce reprezintă, de fapt, o biocenoză. Nu este, deci, lipsit de importanță să subliniem că noțiunea de *populație* în ecologie ca și în alte științe biologice se referă la *grupul de indivizi ai aceleiași specii aflat într-o relativă izolare teritorială față de alte grupuri similare, constituind o unitate naturală de existență, de adaptare, de stabilitate și evoluție locală a respectivei specii.*

O definiție este similară unui iceberg: ceea ce se sesizează la prima observare a ei este foarte puțin față de înțelesurile profunde pe care le poartă ascunse sub mantia cuvintelor. Pe această linie de idei să analizăm elementele componente ale definirii ecologice pentru populația biologică.

Este înainte de toate necesar să nu uităm că termenul corect impune asocierea dintre două cuvinte: *populație* și *biologic* pentru ca înțelesul obținut să fie cel căutat. În afara noțiunii de populație umană, care ne este familiară, rememorăm faptul că prin statistică s-a asimilat, în vocabularul uzual a ultimilor decenii, termenul „populație de valori", dar matematica modernă a lărgit sfera noțiunii de populație prin conceptul de „mulțime". Se impune deci să nominalizăm felul populației la care ne referim și în acest sens asocierea unui determinant devine indispensabilă.

Faptul că populația biologică este o *unitate statistică*, deci supraindividuală, nu mai necesită explicații. Impune însă implicații numeric asupra cărora vom reveni, întrucît formează un obiectiv specific ecologic.

Scanned with OKEN Scanner

Populațiile biologice s-au identificat de obicei *teritorial* pornind de la cele ce sînt delimitate bine din punctul de vedere geografic. Delimitările se realizează prin zone puțin propice pentru existența indivizilor din specia respectivă, ceea ce face ca întreg arealul său de repartiție să fie fragmentat în porțiuni mai mici identificabile, cel puțin teoretic, cu arealul sau teritoriul unei populații. Să ne gîndim, de exemplu, că păstrăvul nostru indigen preferă ape curgătoare din zona montană, deci și bine aerate. Dacă pe o hartă a țării hașurăm astfel de rîuri, reușim să desemnăm cu unele erori arealele populațiilor de păstrăv. Greșelile de identificare sînt puțin importante față de exercițiul pe care îl facem. Evident că, în situația în care ne impunem să aprofundăm problema, nu vom rămîne la estimările espective ci vom utiliza literatura de specialitate, așa cum este volumul lui P. Bănărescu dedicat peștilor ososi din fauna țării.

Analiza rezultatelor în conturarea arealelor populațiilor de păstrăv ne permite să extindem metoda și în cazul altor specii în situația în care cunoaștem preferințele lor ca mod de viață. O specie de animale sau plante terestre, ce necesită condiții de trai specifice unei păduri de cîmpie, formează populații definite teritorial prin arealul unei astfel de asociații forestiere, separate între ele prin culturi, așezări umane, șosele, rîuri sau lacuri etc.

Problema arealului unei populații, și deci, practic, a definirii sale teritoriale, pare simplă în contextul celor de mai sus. O analiză mai atentă relevă însă o serie de dificultăți. Dacă vrem să definim arealul populațiilor de hîrciog din Bărăgan ne dăm seama că, în principiu, întreaga cîmpie este propice existenței speciei respective. Rețeaua hidrografică o împarte numai în trei compartimente și acestea de dimensiuni mari. În raport cu o populație de păstrăv, așa cum am identificat-o, una din cîmpiile Bărăganului este de 20—60 de ori mai mare ca suprafață. Referindu-ne la o specie de mamifere, așa cum este hîrciogul, vom trage concluzia că într-un astfel de areal se identifică cîteva populații mari. Desprindem astfel ideea *inegalității populațiilor* ca mărime a suprafeței ce o ocupă și implicit a numărului total de indivizi ce le compun.

Inegalitatea populațiilor nu este însă singurul aspect relevabil în sinteza de față. În exemplul anterior ne-am referit

Scanned with OKEN Scanner

la hîrciog. Dar dacă am analiza problema definirii teritoriale a populației unei specii de nevertebrate din sol, aspectul critic s-ar prezenta mai clar. Una dintre cîmpiile Bărăganului ca suprafață, în raport cu dimensiunea indivizilor unei specii de microartropod din sol (așa cum sînt insectele colenbole sau acarienii, dintre arahnide), este proporțională cît un continent pentru indivizii umani. Chiar dacă arealul este împărțit prin existența unor condiții nepropice, suprafețele rezultate rămîn enorme ca teritorii pentru o populație de microartropode.

Exemplul citat nu formează un caz de excepție. Situații similare se pot întîlni pentru o serie întreagă de specii de plante inferioare și animale nevertebrate care trăiesc în spațiul amplu al pădurilor temperate cu frunze căzătoare sau în masa apei mărilor și oceanelor. Acesta reprezintă, de fapt, cazul unor populații mari aflate în intimă relație spațială una cu alta alcătuind complexe populaționale.

În arealul său, populația prezintă de obicei o mare diversitate de structuri specifică unui sistem de factură statistică. Din punct de vedere ecologic se pot identifica, în principiu, două clase de astfel de structuri: una datorată grupării după criteriul repartiției indivizilor în areal, cea de a doua după criterii de similitudinile dintre indivizi. Să analizăm pe rînd cele două situații.

GRUPAREA ÎN AREAL A INDIVIZILOR POPULAȚIEI o vom studia, pentru concretizare, pe specia *Lumbricus rubellus*, rudă apropiată cu rîma comună. Asemănător acesteia prezintă o culoare purpurie, indivizii fiind însă mai mici (7—12 cm lungime). Rîmele, care sînt viermi inelați, posedă o formațiune specifică perioadei de maturație sexuală numită clitelum ce reprezintă o îngroșare tegumentară cu rol în reproducere. Această formațiune are, împreună cu alte caractere, un rol important în determinarea speciilor. Indivizii de *Lumbricus rubellus* posedă clitelum numai pe partea dorsală a corpului. Dacă se face o observație la lupă, se constată că ea se află situată pe inelele 26—33, caracter propriu speciei respective.

După aceste cîteva detalii morfologice absolut necesare recunoașterii animalului îl invităm pe cititor să ne urmeze într-o scurtă călătorie în pădurea Comana, situată în partea sudică a municipiului București. Fiind o pădure de cîmpie,

Scanned with OKEN Scanner

ea este un refugiu plăcut pentru orășeni în duminicile de caniculă. Noi vom face excursia însă într-o zi frumoasă de primăvară, după o ploaie, cînd plantele strălucesc prin culorile vii ce le poartă. Sîntem interesați să colectăm indivizi de *Lumbricus rubellus* pentru a vedea cum se distribuie în spațiu. Aceasta presupune să cunoaștem locul lor de trai. *Lumbricus rubellus* este un organism al solului și în special al frunzarului la degradarea căruia contribuie în mare măsură. Ne vom limita, deci, la colectarea unor probe de frunzar (litieră). Pentru a putea face comparații între probe se impune a găsi o modalitate de a le standardiza ca dimensiuni. Cel mai simplu este a realiza colectarea frunzarului de pe o suprafață fixă — de exemplu un metru pătrat. Pentru aceasta vom folosi un pătrat cu latura de un metru, confecționat din sîrmă, pe care îl amplasăm pe frunzar și care va servi la determinarea suprafeței probei. Materialul colectat îl punem pe o coală albă și îl analizăm puțin cîte puțin. Cu această ocazie identificăm și numărăm indivizii de *Lumbricus rubellus*.

În fig. 7 am ilustrat rezultatul unei astfel de analize pentru 25 de probe pe un metru pătrat, cifrele reprezentînd numărul de indivizi de *L. rubellus* găsiți de fiecare dată. Pentru început trebuie să facem o remarcă: prin numărul de indivizi ai unei populații biologice ce se întîlnesc într-o unitate de spațiu în ecologie se definește noțiunea de *densitate*. Datele din fig. 7 demonstrează faptul că densitatea unei

4	3	5	1	4
6	2	9	5	3
1	2	7	1	2
5	0	3	4	5
2	12	6	9	7

Fig. 7. Densitatea indivizilor de *Lumbricus rubellus* în 25 probe de frunzar.

Scanned with OKEN Scanner

populației este o mărime variabilă care prezintă valori diferite de la un areal explorat la altul. Ne putem atunci întreba dacă aceste valori pot constitui caracteristici ale populației analizate. Răspunsul este cît se poate de logic: valorile respective descriu populația numai în măsura în care sînt preluate în ansamblu lor, oglindind relațiile reciproce în care acestea se află. Există mai mulți parametri statistici care descriu un astfel de grup de valori.

Cel mai frecvent folosită este *media valorică* și respectiv pentru situația analizată — *densitatea medie* ($\bar{d}$). Ea este o sumă a tuturor densităților obținute raportată la numărul de probe (n):

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 \ldots + d_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} d_i \qquad (1)$$

Dacă calculăm valoarea densităților medii pentru *L. rubellus* din fig. 7 constatăm că ea este de 4,4 indivizi pe metru pătrat.

Remarcăm totodată că valorile densității sînt încadrate de o valoare minimă (zero) și una maximă (doisprezece). Intervalul dintre cele două valori este cunoscut sub numele de *amplitudine de variație a densității*.

Urmărind în continuare datele din fig. 7 mai observăm că unele valori se repetă de un număr de ori. Astfel densitatea de patru indivizi pe metru pătrat o întîlnim în trei probe, în timp ce proba fără nici un individ (valoare zero) se găsește numai într-un singur caz. Numărul de repetiții ale unei valori este desemnat prin termenul de *frecvență* a densităților respective (f). Evidența frecvențelor din fig. 7 arată astfel:

clase de densități	—	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
frecvențe	—	1	3	4	3	3	4	2	2	0	2	0	0	1

Reprezentînd valorile frecvenței (f) în funcție de densitate (d), obținem imaginea din fig. 8. Acest grafic al frecvențelor ilustrează mai plastic cum se grupează în jurul densității medii valorile densităților concrete. Pentru a descrie și această caracteristică a unei populații, respectiv a repartiției densităților în jurul mediei, în ecologie se folosește noțiunea de *varianță* sau *abatere medie pătratică* (s^2). Ea este un raport

Scanned with OKEN Scanner

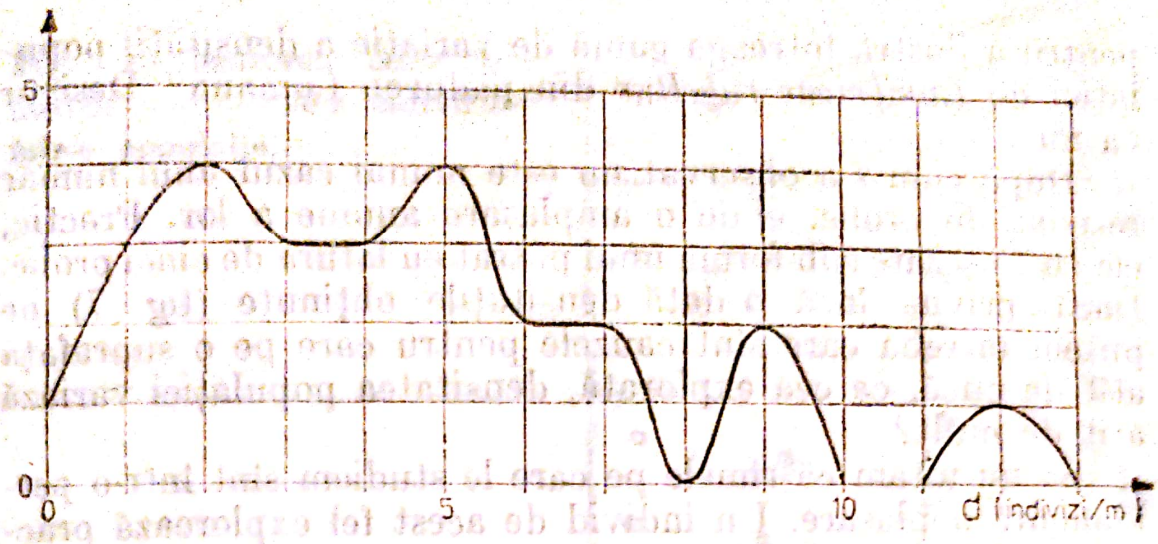


Fig. 8. Graficul frecvenței densității prezentate în fig. 7.

între suma pătratelor diferențelor dintre densitatea medie $(\bar{d})$ și fiecare densitate în parte (d_i) față de numărul de probe (n) minus una:

$$s^2 = \frac{(\bar{d} - d_1)^2 + (\bar{d} - d_2)^2 + \ldots + (\bar{d} - d_n)^2}{n - 1} \quad (2)$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (\bar{d} - d_i)^2 \quad (3)$$

Varianța pentru *Lumbricus rubellus* se constată a fi egală cu 7,02875.

Din analiza probelor de pînă acum am constatat că în frunzarul din pădurea Comana, la data realizării excursiei, se pot găsi în medie 4,4 indivizi de *L. rubellus* pe metru pătrat, iar densitatea populației variază între zero și doisprezece indivizi pe metru pătrat. Pentru a determina o altă caracteristică fundamentală a populației de rîme studiate, respectiv *efectivul* sau *numărul total de indivizi* din frunzarul pădurii Comana, s-ar părea că nu mai avem mult de făcut. Ar fi necesar să ne interesăm de suprafața pădurii și să o înmulțim cu densitatea medie de 4,4.

Dar... aparențele ca de obicei sînt înșelătoare. Se impune a ne reaminti că densitatea medie s-a calculat pe un număr restrîns de probe (25) colectate numai într-o parte a pădurii. Avem dreptul să considerăm că ele sînt suficiente

pentru a ilustra întreaga gamă de variație a densității populației de *Lumbricus rubellus* din pădurea Comana? Desigur că nu.

După cum s-a observat nu este numai cazul unui număr restrîns de probe, ci de o amplasare anume a lor. Practic, ele sînt așezate sub forma unui pătrat cu latura de cinci probe. Dacă privim încă o dată densitățile obținute (fig. 7) ne putem întreba care sînt cauzele pentru care pe o suprafață atît de mică, ca cea explorată, densitatea populației variază atît de mult?

Să nu uităm că rîmele pe care le studiem sînt într-o permanentă deplasare. Un individ de acest fel explorează practic mediul căutînd o hrană cît mai propice de exploatat, cît și condiții de umiditate potrivite. Dar acest individ nu este singur în întreaga pădure. La un moment dat, în deplasare el identifică o schimbare a mediului produsă de activitatea altui individ din populație. În aceste condiții el își va schimba direcția de înaintare. Practic, la scara populației se va stabili astfel *un adevărat model de distribuție în spațiu a indivizilor componenți, proces numit dispersie* sau *structură topografică a populației.*

Pentru ușurința explicației am simplificat puțin lucrurile. Se impun două corecții la cele notate.

În primul rînd dispersia nu este dirijată exclusiv prin interacțiunile dintre indivizii aceleiași populații. Un anumit model de dispersie pentru o populație este datorat și interacțiunii cu indivizi din alte populații, cît și condițiilor fizico-chimice ale mediului.

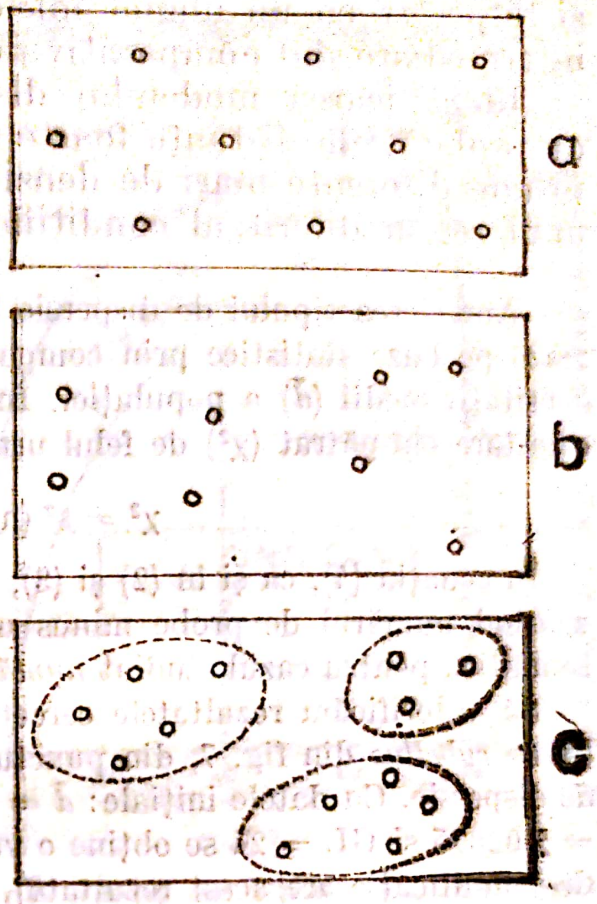
În al doilea rînd modelul dispersiei nu este static. În fiecare fracțiune de secundă, prin deplasarea cu viteze diferite a indivizilor poziția lor relativă se modifică. Dar în ansamblu, într-o analiză probabilistică, modelul distanțelor rămîne același pentru o populație anumită dacă condițiile ei de existență nu se modifică substanțial.

Studierea ecologiei populațiilor a permis identificarea a trei clase de modele cu dispersie: a) uniformă; b) întîmplătoare sau randomică și c) grupată.

În fig. 9 am prezentat cele trei modele de dispersie pe un caz concret format din același număr de indivizi, figurați prin cercuri.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 9. Ilustrarea celor trei modele de dispersie a indivizilor într-o populație.



Dispersia *uniformă* presupune distanțe cam de aceeași mărime între indivizi, fapt care se repercutează prin găsirea în probe a unui număr relativ egal de indivizi. O astfel de situație o putem întîlni mai rar în natură. Un model de dispersie uniformă îl vom identifica de exemplu în condiții de ariditate în care factorul umiditate impune pentru indivizii aceleiași populații de plante, în lipsa altor specii, o distanță minimă necesară sistemului radicular pentru exploatarea cantității de apă din sol necesară supraviețuirii.

Dispersia *randomică* sau *întîmplătoare* presupune distanțe diferite între indivizii populației, fapt care se caracterizează prin probe cu o variație numerică largă dar relativ continuă. Acest tip este cel mai frecvent întîlnit în natură.

Dispersia *grupată* se identifică prin densități ridicate separate prin spații fără indivizi sau cu densități minime. Distanțele dintre indivizi sînt de două feluri distincte: fie mari (între indivizi din grupe diferite), fie mici (între indivizi din același grup). Practic acest model se conturează prin gruparea probelor colectate în două categorii: cu un număr mare

și respectiv cu un număr mic de indivizi. Probele cu valori intermediare sînt comparativ puține sau lipsesc.

Identificarea modelului dispersiei presupune colectarea de probe de la distanțe foarte apropiate pentru a nu se surprinde diferențe mari de densitate induse prin manifestarea unui regim diferit al condițiilor de mediu.

Aprecierea tipului de dispersie în ecologia unei populații se realizează pe baze statistice prin compararea de obicei a varianței (s^2) și densității medii ($\bar{d}$) a populației. În cele mai multe cazuri se folosește o testare chi-pătrat (χ^2) de felul următor:

$$\chi^2 = s^2 (n - 1) / \bar{d} \qquad (4)$$

În ecuația (4), ca și în (2) și (3), am întîlnit expresia: n — 1 reprezentînd numărul de probe minus una. În statistică această expresie semnifică pentru cazul studiat *numărul de grade de libertate* (GL).

Să valorificăm rezultatele cercetării densității populației de *Lumbricus rubellus* din fig. 7, din punctul de vedere al identificării tipului de dispersie. Cu datele inițiale: $\bar{d} = 4{,}4$ indivizi pe metru pătrat, $s^2 = 7{,}02875$ și GL = 24 se obține o valoare chi-pătrat egală cu 38,3386. Ce semnificație are acest rezultat?

După aplicarea testului chi-pătrat, rezultatul este interpretat de obicei prin compararea sa față de valori standardizate, expuse în lucrările de ecologie cu acest profil. Spre ușurința cititorului noi prezentăm fig. 10, alcătuită pe baza tabelelor Pearson, în care citirea rezultatelor se face direct sub forma tipului de dispersie. Astfel situația cu GL = 24 și chi-pătrat = 38,3386, conform fig. 10, se încadrează într-o dispersie de tip randomic.

Notăm faptul că fig. 10 se poate folosi pentru estimări rapide cu funcționalitate preliminară. Pentru reușita aprecierilor se impun metode matematice care depășesc cadrul lucrării de față.

Din datele obținute rezultă că populația de *Lumbricus rubellus* din zona studiată a pădurii Comana prezintă o dispersie de tip randomic sau întîmplător.

Examinarea densităților din fig. 7 ne poate permite identificarea și a altui parametru ecologic semnificativ pentru populație — și anume *frecvența* sau *prezența* acesteia în spațiul explorat. Acest parametru se apreciază prin raportul procentual dintre numărul de probe în care indivizii populației sînt găsiți față de numărul total de probe. Din fig. 7

Scanned with OKEN Scanner

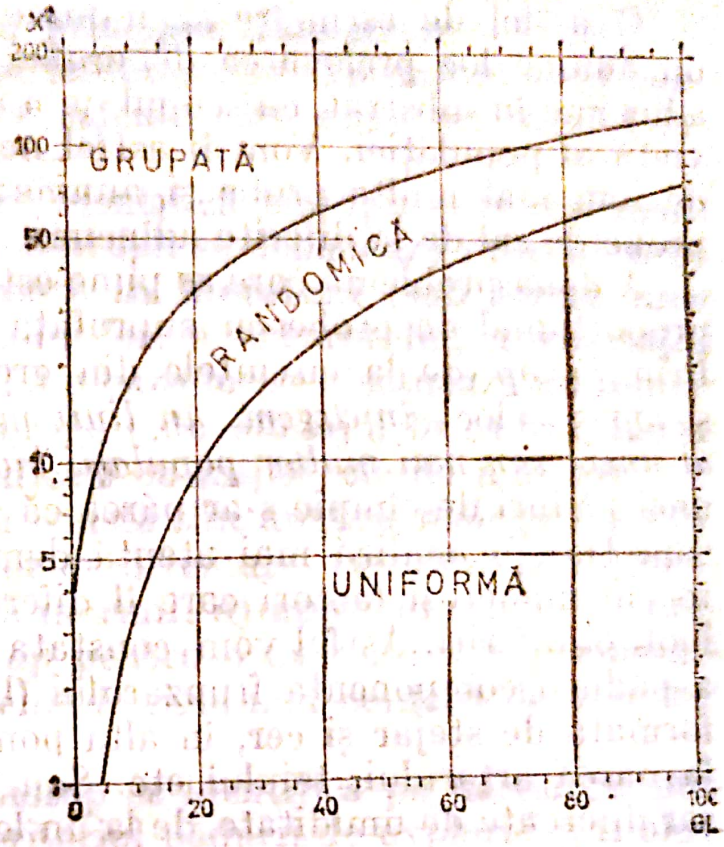


Fig. 10 Grafic semilogaritmic pentru testarea tipului de dispersie a indivizilor unei populații.

se observă că în 24 din 25 de probe se identifică prezența indivizilor de *L. rubellus*, ceea ce reprezintă o frecvență de 96%. Aceasta înseamnă în linii mari că rîmele studiate se simt bine în frunzar, întrucît le întîlnim în aproape toate probele pe care le-am prelevat din acest mediu. Cu alte cuvinte *frecvența* indivizilor unei populații într-un anumit mediu exprimă capacitatea acesteia de a folosi condițiile respective. Într-un mediu de existență propice unei populații, frecvența probelor în care se găsesc indivizii săi va fi ridicată și vice versa.

Analiza probelor de frunzar pentru *L. rubellus*, prezentată în fig. 7, ne-a permis să abordăm și să concretizăm deci cîteva caracteristici fundamentale ale unei populații: densitatea, densitatea medie, dispersia, frecvența. Explorarea a fost limitată la un spațiu restrîns din ansamblul populației. Se impune acum să vedem cum putem desprinde aceste caracteristici pentru întreaga populație, fapt pe care îl vom concentra în jurul problemei determinării *numărului total de indivizi* sau a *efectivului*.

O astfel de estimare se impune în primul rînd pentru un anume loc prelevarea de probe de la diferite nivele de adîncime în substrat, cu scopul de a explora întreg mediul de viață al populației. Vom fi astfel nevoiți să colectăm în loc de una mai multe probe și anume: o probă de frunzar și probe de sol de la diferite adîncimi.

A doua problemă care se pune este de a colecta un număr proporțional de probe cu suprafața fiecărui biotop întîlnit. Prin *biotop* (de la cuvintele din greaca veche *bios* = viață și *topos* = loc) *înțelegem, în linii mari, mediul de existență al uneia sau mai multor populații biologice.* Solul și frunzarul unei păduri de cîmpie s-ar părea că formează un singur biotop. Dar, o analiză mai atentă demonstrează faptul că intervin numeroși factori care îl diferențiază sub forma unor biotopi diferiți. Astfel vom constata că într-o anumită parte a pădurii componența frunzarului (litierii) este predominant formată de stejar și cer, în alta ponderea acestora scade în favoarea arțarului, teiului etc. Sau vom surprinde în frunzar diferențe de umiditate de la un loc la altul și așa mai departe. Faptul s-ar putea constata în modul cel mai simplu, dacă am avea timp suficient pentru o astfel de explorare. Ne referim la prelevarea de probe la distanțe egale care în ansamblul lor să alcătuiască o rețea pe întregul areal al pădurii. Se va observa atunci că valorile densității populației se pot grupa în „cîmpuri" de nivele diferite numeric, reflectînd schimbările de biotop citate, fapt ce se poate transcrie sub forma unei hărți.

Dar metoda respectivă nu este practică. În primul rînd pentru că o rețea de probe care să acopere bine întreaga suprafață a pădurii înseamnă o cantitate mare de muncă irosită ineficient. Pe de altă parte în același loc nu s-ar putea colecta o singură probă întrucît procesul de dispersie a populației demonstrează că densitatea fluctuiază în spații mici. S-ar impune astfel un număr minim impar de probe (respectiv trei) pe baza cărora să se calculeze o valoare medie a densității pentru locul respectiv, singura care ar fi caracteristică acestuia. Faptul s-ar traduce prin „înmulțirea" numărului probelor, ceea ce ar fi dezavantajos.

În practică programul de explorare al unei populații se realizează într-un mod diferit, deși se respectă condițiile enunțate mai sus. Explorarea se realizează în două etape pe

Scanned with OKEN Scanner

care le vom prezenta în principiu. Remarcăm că ceea ce vom enunța sub o formă teoretică, se exprimă în mod concret prin utilizarea unor calcule care depășesc nivelul lucrării.

Într-o primă etapă se identifică biotopii și se realizează o trasare a lor pe hartă. Biotopii se depistează prin folosirea informațiilor deja existente în literatură (sub forma unor hărți de distribuție a solurilor, a arboretului, a vegetației din parterul ierbos etc.). Pe baza lor se efectuează un număr minim de prelevări de probe („de sondaj") în cadrul biotopilor care au fost identificați cu mijloacele de mai sus.

Cea de-a doua etapă constă din analiza biologică a probelor cu notarea valorilor de densitate. Rezultatele obținute permit a se calcula două mărimi: a) numărul minim de probe necesar fiecărui biotop pentru o explorare proporțională suprafeței sale și b) nivelul de siguranță conferit de numărul respectiv de probe.

Suprafața fiecărui biotop se identifică pe hartă. Să presupunem că estimăm teritoriul pădurii de explorat a fi alcătuit din trei biotopi: A = 60%, B = 30%, C = 10%. Dacă considerăm că douăzeci de probe reprezintă numărul total de colectări pe care le putem realiza, atunci din biotopul A vom preleva un număr de $0{,}60 \times 20 = 12$, din B = $0{,}30 \times 20 = 6$, iar din C = $0{,}10 \times 20 = 2$. Proiectăm astfel o explorare proporțională a suprafeței respective în funcție de subdivizările ce le implică. În interiorul fiecărui biotop probele se vor preleva după un amplasament randomic (întîmplător) realizat pe baza unor metode speciale.

Avem astfel imaginea complexității analizei pe care o impune cercetarea ecologică a populației. Întreaga complicare a muncii de explorare este datorată grijii de estimare cît mai corectă, respectiv cu o eroare minimă, a valorilor densității populației în diferitele puncte ale sale. Numai cu aceste măsuri de siguranță se poate realiza o cunoaștere cît mai apropiată de realitate a densității medii și ulterior o estimare fidelă a efectivului său numărului total de indivizi ai populației.

GRUPAREA INDIVIZILOR DUPĂ SIMILITUDINI se realizează, în principiu, după următoarele patru criterii: a) dimensiuni (morfometrie); b) vîrstă; c) sex sau forme de reproducere; d) înfățișare (habitus) după formă, culoare etc.

Scanned with OKEN Scanner

Sîntem interesați de ponderea în populație a diferitelor categorii de indivizi după criteriile citate întrucît fiecare dintre acestea are un anumit rol ecologic. Este evident de exemplu faptul că o populație în care se estimează că la un moment dat majoritatea indivizilor sînt maturi reproductiv ne sugerează ideea că într-un interval scurt de timp (specific organismelor studiate) se va produce o apariție în masă a ouălelor și stadiilor larvare.

Dacă analizăm criteriile de mai sus vom constata că între acestea se manifestă un proces corelativ. Astfel, în principiu, pe de o parte atingerea unei anumite vîrste implică o dimensiune specifică. Pe de altă parte stadiului reproductiv îi sînt caracteristice, la rîndul său, atît dimensiuni cît și vîrste corespunzătoare. Desigur că întîlnim și cazuri de excepție: indivizi de aceeași vîrstă cu dimensiuni relativ diferite sau indivizi care, la vîrsta cînd pentru specia respectivă se produce maturarea reproductivă, să nu se fi atins acest stadiu. În ansamblu aspectele citate nu constituie o excepție, ci practic o regulă biologică. Ea aparține procesului de variabilitate datorat diferențelor genetice dintre indivizi. În condițiile acestei variabilități de fond genetic individual nu vom fi surprinși de prezența unor diferențe de dimensiuni pentru aceeași vîrstă sau de întîrzierea maturației reproductive pentru unii indivizi. Mai mult, dacă vom examina cu atenție indivizi similari din punctul de vedere al vîrstei sau dimensiunilor vom constata diferențe de înfățișare (formă sau colorit al corpului), exteriorizînd aceeași variabilitate pentru indivizii populației.

Prin structura topografică a populației am desemnat modelul repartiției în areal a densității acesteia, respectiv modelul variabilității sale numerice pe unitatea de suprafață. Și în situația celorlalte criterii de diferențiere interindividuale se va utiliza conceptul de structură a populației, respectiv după dimensiunile indivizilor, vîrsta lor, raportul între sexe sau forme de reproducere și înfățișare (habitus). Se impune să notăm că prin conceptul de *structură populațională* se desemnează două categorii de aspecte. Unul este regăsit prin calitatea respectivă (vîrsta, dimensiunea, sexul, forma etc.), cel de al doilea prin ponderea sau probabilitatea acestei calități în ansamblu (de exemplu probabili-

Scanned with OKEN Scanner

tatea întîlnirii indivizilor de + 3 ani la o populație de crap). Pentru o mai bună ilustrare se impun concretizări.

Structura pe vîrste a populației este analizată în funcție de vîrstă și ponderea vîrstei respective, reprezentîndu-se de obicei sub forma unui grafic cartezian (cu două axe), desemnat sub numele de *piramidă a vîrstelor*. Termenul nu va surprinde dacă se va face apel la modul de înscriere grafică a datelor. Astfel, pe axa orizontală (abcisă) se ilustrează ponderea diferitelor vîrste (în procente), iar pe axa verticală (ordonată) vîrstele respective. În acest fel graficul va avea mai mult sau mai puțin forma unei piramide întrucît baza sa, semnificînd formele tinere, va fi mai mare ca pondere decît treptele următoare datorate proporției vîrstelor succesive pînă la ultima întîlnită în populație. Vom reveni asupra acestei imagini în paginile următoare, pentru ca cititorul să fie complet edificat.

Ideea de grupare a vîrstelor este inerentă, întrucît însuși limbajul cotidian desemnează, referitor la vîrstele umane, mai puțin anii, ci grupajele acestora sub forma indivizilor tineri sau bătrîni, adolescenți sau de vîrstă mijlocie. În 1938, F.S. Bodenheimer, în lucrarea sa privind problemele ecologiei animale, a avut ingeniozitatea de a alcătui o schemă de grupaj al vîrstelor comprehensivă biologic. El recunoaște astfel trei clase de vîrstă, fundamentate după caracteristicile comune din punct de vedere fiziologic și anume:

a) forme *prereproductive* (juvenile), caracterizate prin intensitatea proceselor de creștere și lipsa maturației sexuale;

b) forme *reproductive* (mature), cu un ritm lent și apoi nul de creștere, dar cărora le este specific actul reproducerii și respectiv depunerea unei ponte (totalul ouălelor sincrone ca formare);

c) forme *postreproductive* (senescente), care au un ritm nul de creștere, procesul reproducției fiind sistat.

În lucrările din deceniile trecute cele trei clase de vîrste se caracterizau în funcție de dominanța uneia dintre cele două laturi ale metabolismului: asimilația (anabolismul) și dezasimilația (catabolismul). Din acest punct de vedere la formele prepreproductive se constata o dominanță a proceselor anabolice, formele reproductive se caracterizau printr-un echilibru între cele două categorii metabolice, iar formele postreproductive se ilustrau printr-o predominanță catabolică. Actualmente s-a părăsit, în principiu, acest mod de caracterizare globală

nu numai prin faptul că se apelează la aspecte fiziologic prea vagi pentru contemporaneitate, dar și pentru că aspectele sînt excesiv schematizate. Ecologia modernă relevă astfel că mai potrivită este analiza ritmurilor metabolice ale unor procese fiziologice concrete. De exemplu pentru organismele animale se studiază raportul energetic între consumul de oxigen și producția de dioxid de carbon care are valori specifice în funcție de componentele organice fundamentale ale hranei.

Pentru cel ce investighează direct aceste probleme, lucrurile nu se prezintă atît de simplu în recunoașterea vîrstei sau clasei de vîrstă a organismelor studiate. Este drept, sînt unele cazuri în care trecerea unui interval anumit de timp este marcată printr-o modificare morfologică sau anatomică a individului. Scurgerea unui an de exemplu este înscrisă printr-un nou cerc în structura tulpinii plantelor lemnoase. Scoicile îl înregistrează printr-o dungă de culoare distinctă pe valve; peștii osoși, similar pe solzi iar unele cervide prin sporirea cu o unitate a numărului de ramificații ale coarnelor.

Dar, astfel de cazuri, de prezență a unui orologiu explicit în însăși structura organismului, sînt relativ rare. Mai frecvente apar situațiile în care sînt marcate morfo-anatomic grupuri sau clase de vîrstă. Astfel, o serie de organisme animale suferă de la ou la adult o dezvoltare etapizată, concretizată printr-o înfățișare diferită a indivizilor (metamorfoză). În general acest sistem de dezvoltare se întîlnește la artropode. De exemplu la unele crustacee microscopice, cum sînt copepodele, cunoscute popular sub numele generic de „ciclopi", formele prereproductive sînt reprezentate de stadiul de ou, nauplius (cinci stadii diferite) și copepodit (cinci stadii). Pentru multe insecte formele prereproductive cuprind stadiile de ou, larve și nimfă.

Situația cea mai frecventă pe care o întîlnește însă cercetătorul este cea a lipsei modalităților morfo-anatomice de înregistrare pentru individ a vîrstei sau clasei de vîrstă. Pentru lumea animală de exemplu ea este specifică majorității protozoarelor, spongierilor, celenteratelor, viermilor, moluștelor, artropodelor, vertebratelor. În astfel de cazuri ecologii apelează la relația citată mai sus dintre vîrstă și dimensiunea organismelor studiate. Se studiază practic *structura populației după dimensiunile indivizilor.*

În fig. 11 reprezentăm acest proces pentru un crustaceu cunoscut al rîurilor de munte numit popular „lăţăruş" (*Gammarus*). S-a ilustrat structura populaţiei după dimensiuni în trei luni diferite: în septembrie, ianuarie şi martie. De fiecare dată recunoaştem practic înscrierea piramidei vîrstelor, sub o formă sau alta. Adică pe ordonată s-a notat dimensiunea indivizilor din milimetru în milimetru, iar pe abscisă — ponderea (procentul) fiecărei dimensiuni în parte în raport cu ansamblul populaţiei. Astfel de reprezentări se pot numi drept *piramide ale vîrstelor*, deşi concret s-au trecut dimensiunile, întrucît prin ele se reflectă corelaţia citată anterior între vîrstă şi dimensiune.

Ilustraţia grafică sugerează un fapt important de reţinut: mobilitatea structurii pe vîrste sau dimensiuni a populaţiei. Modificările se datoresc unor procese de creştere, mortalitate şi natalitate ale indivizilor.

Procesul de creştere transformă, într-un interval de timp specific, indivizi aparţinînd unei clase de vîrstă/dimensiune în indivizi ai clasei imediat superioare. Trebuie să subliniem totodată faptul că nu toţi indivizii unei clase suferă procesul creşterii, întrucît intervine un al doilea proces — cel de mortalitate. În acest fel ponderile între diferitele clase ale structurii populaţiei se modifică prin raportare procentuală. Să adăugăm şi un al treilea proces — cel de apariţie la un moment dat a indivizilor din prima clasă de vîrstă (dimensiune) prin natalitate. Încă o dată ponderile se modifică. Remarcăm astfel o relaţie strînsă între cele trei procese, ceea ce va constitui subiectul special al capitolului de demografie ecologică.

Fig. 11 ilustrează concret cele citate. Se observă, de exemplu, faptul că în septembrie ponderea formelor tinere, din prima clasă de vîrstă (dimensiuni), este foarte mică. Ea devine nulă în ianuarie, şi ajunge preponderentă pentru populaţie în martie. Toate acestea se datoresc unor schimbări treptate produse în structura populaţiei. De exemplu, remarcăm faptul că în septembrie ponderea indivizilor din clasele 5—6 mm şi 6—7 mm este mai mică decît a formelor din clasele superioară şi inferioară ceea ce se înscrie ca o „strangulare" a piramidei. Pentru aceeaşi perioadă se constată, totodată, faptul că indivizii femeli sînt mai puţini decît cei masculi, începînd cu clasa de dimensiune 8—9 mm, şi că lipsesc femele gestante. Aceste aprecieri sînt posibile

Scanned with OKEN Scanner

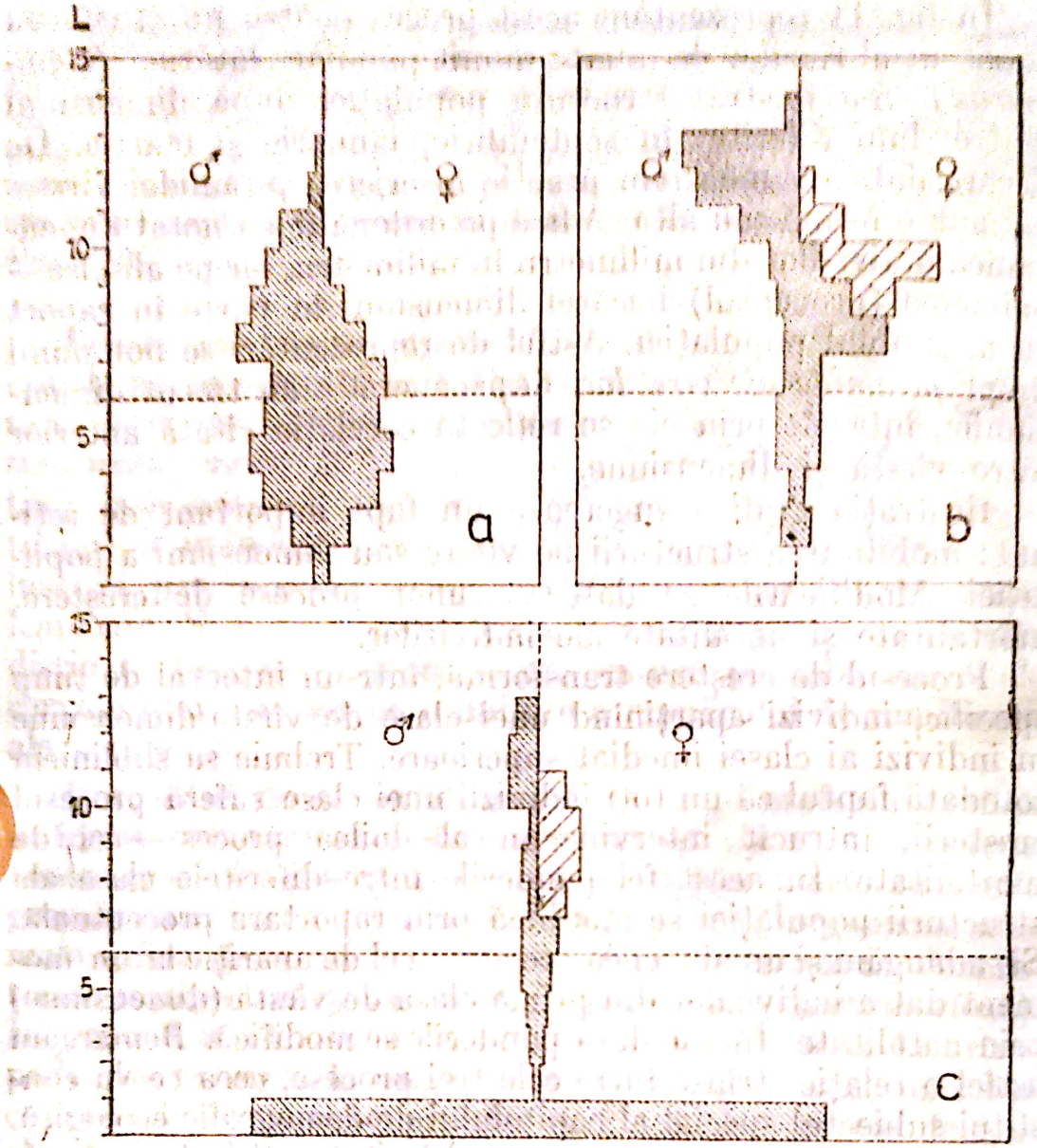


Fig. 11 Dinamica structurii vîrstelor în funcţie de lungimea individuală (L în mm) la o populaţie de *Gammarus:* **a)** septembrie; **b)** ianuarie; **c)** martie. Linia orizontală (6 mm) indică dimensiunea minimă de distingere a sexelor. Superior ei, piramida este asimetrică; în stînga sînt figuraţi indivizii masculi, în dreapta cei femeli; haşurat — femele gestante.

datorită ingeniozităţii de construcţie a piramidei populaţiei după vîrstă şi dimensiuni. Astfel, momentul maturării sexuale este înregistrat printr-o linie care separă exemplarele juvenile de cele adulte. Pornind de la această linie în sus (respectiv în funcţie de vîrstă sau dimensiune), piramida nu mai este simetrică întrucît în partea stîngă sînt repre-

zentați indivizi masculi (♂), iar în dreapta cei femeli (♀). Pentru aceștia din urmă se notează de asemeni formele gestante. Într-un singur grafic se obține astfel imaginea complexă a structurii populației după raportul între dimensiuni (respectiv vîrste) și între sexe (după momentul maturației). O astfel de reprezentare poartă numele de *piramidă demografică;* piramidă de la imaginea pe care o sugerează, iar demografică de la cuvintele eline: *demos* = popor, populație și *graphein* = a descrie. Deci o prezentare condensată a structurii populației respective.

Și iată că o sumară analiză a piramidelor demografice reprezentate ne indică un fapt interesant: indivizii femeli nu ating aceleași dimensiuni cu cei masculi, fapt ilustrat prin dispariția unor ponderi în partea dreaptă a piramidei după 12 mm. Tot comparativ sesizăm faptul că acel hiatus sau „strangulare" a piramidei din septembrie se constată apoi, în proporții modificate, în ianuarie și în martie pentru indivizii masculi. Pe de altă parte, în ianuarie se semnalează prezența femelelor gestante, ceea ce ne permite să înțelegem apariția masivă în martie a indivizilor din prima clasă de dimensiuni. Putem trage concluzia că, în principiu, indivizii maturi se încrucișează în ianuarie, iar în martie are loc apariția în masă a puilor. Totodată, în intervalul studiat (septembrie-martie), piramida demografică a populației de lătăruși se modifică în sensul restrîngerii proporției formelor tinere, compensată prin apariția unor proporții ridicate pentru formele adulte (în ianuarie). După reproducere scade proporția adulților, în timp ce se înregistrează apariția masivă a puilor.

Aceste cîteva imagini ale piramidei demografice, reflectînd structura populației după raportul între vîrste, dimensiuni și sexe, sînt suficiente pentru a ne sugera modificarea continuă a raporturilor respective. Ea se reflectă, practic, într-o *dinamică a piramidei demografice*, adică în schimbarea structurii populației odată cu trecerea timpului. Trebuie de reținut însă că procesul dinamicii este *ciclic*, ceea ce înseamnă că după un interval specific organismelor studiate, se obține o imagine apropiată a piramidei demografice față

Scanned with OKEN Scanner

de cea inițială. De exemplu, dacă vom urmări în continuare modificările structurii populației de lăcărași putem presupune cu mari șanse de reușită că în luna martie a anului următor se va obține o piramidă similară celei figurate pentru luna martie, adică prezentînd apariția specifică, „în masă", a puilor.

Dar o populație de plante sau animale nu trăiește izolată, ci într-o natură complexă. Pînă acum am punctat numai intervențiile acestui mediu de viață al populației biologice. Se impune deci să analizăm mai pe larg problema interacțiunii populație — mediu.

MEDIUL DE VIAȚĂ AL POPULAȚIEI

Populația biologică, ca orice sistem deschis capabil de a se autoregla, se află într-un intim și permanent contact cu mediul său de viață de care este direct dependentă prin cerințele de hrană și energie, prin ocuparea unui spațiu specific, prin eliminarea de deșeuri rezultate din metabolismul indivizilor etc. *Prin mediul de viață al unei populații biologice se înțelege ansamblul material (ca masă sau energie) din spațiul de existență al acesteia excluzînd indivizii care o compun în diferitele lor manifestări inclusiv ca forme de rezistență sau germeni.*

Imaginea prezentată este extrem de abstractizată. Pentru a o putea contura să ne referim la o populație concretă. De exemplu dacă călătorim cu trenul sau cu mașina, în luna mai, vom remarca culoarea verde strălucitoare a culturilor. Și iată că din loc în loc peisajul se schimbă surprinzător, amplificînd senzația de beatitudine coloristică. Covorul verde al cîmpurilor de grîu apare mozaicat prin pete de un galben exploziv. Dincolo de încîntarea pe plan estetic, vom descoperi aici o problemă ecologică. Galbenul contrastant în cîmpul verde este datorat dezvoltării rapiței sălbatice, o plantă spontană care concurează grîul. Practic, această „buruiană" își dispută cu grîul apa, sărurile minerale și însuși spațiul culturii. Pe de altă parte, factorii fizico-chimici citați se modifică independent de cerințele plantelor respective. Ambele aspecte au drept rezultantă impunerea unei game largi de interacțiuni la care sînt supuși indivizii unei populații în raport cu condițiile mediului în care trăiesc. Pornind de la această imagine numai schițată, în privința mediului de existență al fiecărei populații biologice, două idei mai importante și o particularitate a concepției de cercetare se impun.

Scanned with OKEN Scanner

Pe de o parte mediul unei populații biologice este un concept global implicînd cel puțin două componente: una abiotică (totalitatea condițiilor fizico-chimice) și alta biotică (celelalte populații din teritoriu).

Pe de altă parte componentele mediului nu acționează separat pentru populația biologică, efectele produse fiind datorate interacțiunii factorilor. De subliniat în acest sens că cercetarea analitică a rezultatelor acțiunii condițiilor de mediu asupra unei populații, prin studierea de exemplu experimentală a unor loturi de indivizi aflați sub efectul specific al unui set de factori selectați, relevă numai parțial informațiile căutate. Se exclud cu această ocazie acțiunile singulare „fiziologice" ale factorilor neexaminați cît și interacțiunile dintre aceștia și factorii păstrați.

Analiza ecologică prezintă totodată o particularitate a cercetării care se impune a fi subliniată: problemele mediului nu sînt privite în sine, ci prin modul în care sînt înregistrate de către instrumentul de măsură. Pentru ecolog instrumentul de măsură a acțiunilor mediului este reprezentat de un sistem biologic supraindividual, așa cum sînt o populație biologică sau mai multe ce coexistă în același spațiu. În acest fel ecologia se diferențiază de alte științe limitrofe. De exemplu, chimistul măsoară concentrația de metale grele emise de țevile de eșapament pe un bulevard cu trafic intens — dar aceasta nu este ecologie ci o mai simplă sau complicată chimie cantitativă. Rămîne același lucru chiar dacă se afirmă că limita toxică pentru o specie sau alta este depășită, întrucît este o *afirmație* și nu o *corelație* care să sublinieze pe concret efectele factorului nociv asupra organismelor. Dacă botanistul studiază arborii bulevardului în cauză el va constata, la nivel macroscopic sau microscopic, prezența unei întregi serii de malformații. Dar nici aceasta nu este ecologie. S-ar impune în cazul citat un studiu al structurii populației sau populațiilor respective, cu evidențierea categoriilor de indivizi după modificările morfologice și o corelare a acestora la nivelul concentrației noxelor respective. Legarea celor două aspecte este necesară pentru a desprinde legea cantitativă, probabilistică, după care se poate explica ponderea diferitelor grupuri de indivizi, în condițiile populației studiate, care prezintă un fond genetic particular, valorificat într-un mediu cu un specific anume.

Scanned with OKEN Scanner

Particularitatea de analiză a mediului din punct de vedere ecologic se reflectă în ambele probleme majore atît în privința componentelor, cît și în ceea ce privește acțiunea lor integrativă. În capitolul de față vom analiza interacțiunile binare între populația biologică și factorii ce constituie mediul său de viață, rămînînd ca în capitolele ulterioare să abordăm complexul interacțiunilor dintre toate elementele vii și nevii ale unui teritoriu.

Cele două *componente majore ale mediului* unei populații biologice (respectiv componența abiotică și biotică) au fost studiate inițial separat, evidențiindu-se o serie de procese biologice specifice fiecăreia în parte.

Una dintre primele analize ale *COMPONENTEI ABIOTICE* este datorată cercetărilor lui Justus Liebig. Inițial chimist, Liebig și-a depășit domeniul mînat de interesul pentru problema aplicației îngrășămintelor în sporirea producției plantelor agricole. A reușit astfel să descopere și să formuleze *legea minimului* aflată în spațiul interdisciplinar al cunoașterii dintre chimie și fiziologie, ecologie și agricultură. Într-un studiu publicat în 1840, Liebig arată că: „... plantele necesită unele săruri pentru întreținerea funcțiilor vitale... Astfel, dacă aceste săruri nu sînt conținute în sol... plantele nu pot crește într-un astfel de sol. Seva, fructul și frunzele unei plante nu pot atinge maturitatea dacă constituienții necesari formării lor lipsesc". El constată experimental că diferitele categorii de substanțe au un rol inegal asupra dezvoltării unei plante. În general substanțele aflate în concentrații mari în raport cu cerințele organismului joacă un rol mult mai puțin important decît cele aflate în concentrații minime, raportate la aceleași necesități. Relația este exemplificată prin rolul deosebit asupra recoltei pe care îl au unele elemente aflate în cantități reduse în sol, ca fierul sau magneziul în raport de exemplu cu oxigenul aflat la „discreție" pentru plantele de cultură în aerul atmosferic.

Este interesant că Justus Liebig a surprins nu numai diferența de importanță ca efect biologic al substanțelor după concentrația lor în mediu, ci și interacțiunea lor. „Cenușa diferitelor feluri de plante conține foarte variate cantități de baze alcaline (corect astăzi=cationi: N.A.), precum potasiu, sodiu, fier sau magneziu. Cînd fierul există în largi

Scanned with OKEN Scanner

proporții, cantitatea magneziului este redusă și, în același fel, dacă ultimul crește, fierul sau potasiul scad." Prin urmare, dacă aceleași elemente se asociază în mediu dar în cantități diferite, cerințele plantei se modifică. Acest aspect, referitor la efectele interacțiunii condițiilor de mediu, a fost mai bine înțeles și aprofundat abia în zilele noastre după ce oamenii de știință au dobîndit orizontul larg al înțelegerii sistemice.

În studiile ulterioare Justus Liebig revine cu noi precizări asupra celor constatate, iar în anul 1862 formulează *legea minimului* care-i va purta ulterior numele. Sugerează totodată caracterul ei linear de manifestare, respectiv creșterea proporțională a recoltei în raport cu mărirea dozei substanței de carență, pînă la un nivel la care alt factor devine limitativ. Acest din urmă efect este datorat unei componențe specifice solurilor normale. Solurile nu depășesc o anumită concentrație salină, în condițiile obișnuite. În acest cadru, păstrînd deci nivelul concentrațiilor totale, sporirea cantitativă a unui element înseamnă reducerea proporțională a celorlalte elemente pînă la apariția efectului limitativ datorat celui față de care planta este mai sensibilă.

Ideea că plantele și viețuitoarele, în general, sînt dependente mai ales de factorii care se află distribuiți în mediu la limita inferioară pe care respectivele organisme o necesită, a impresionat pe cercetători. Nu numai că a rămas dar s-a dezvoltat și a fost aprofundată. Astfel în anul 1905 F.F. Blackman publică în revista „Analele Botanicii" o formă generalizată a legii lui Liebig în articolul intitulat: *Factorii optimi și limitativi*. Rezultatele sale au demonstrat că efectul limitativ este impus plantelor nu numai de factorii ce se găsesc în mediu în cantități minime în raport cu necesarul organismelor, ci și pentru factorii ale căror valori de reprezentare sînt maxime raportate la aceleași cerințe. *Deci creșterea și dezvoltarea indivizilor biologici este întreținută dentru fiecare factor abiotic între o valoare minimă și alta maximă*. În acest interval valoric se evidențiază și *condiții optime* cînd intensitatea proceselor fiziologice, exprimate prin creștere sau dezvoltare, înregistrează nivelul cel mai ridicat.

În 1909, E.A. Mitscherlich corectează, pe baze experimentale, ideea concretizării lineare a efectului factorilor

minimi, elaborînd „*legea acțiunii factorilor de creștere*". Conform acesteia, creșterea factorilor nutritivi nu se traduce prin sporuri proporționale ale recoltei, ci prin creșteri tot mai mici pînă la maximum posibil condițiilor concrete.

Sinteza tuturor acestor descoperiri este realizată în 1911 de către Victor E. Shelford sub numele de *legea toleranței*. El generalizează teza după care orice specie de viețuitoare prezintă o amplitudine de toleranță caracteristică fiecărui factor în parte. Respectiv indivizii speciei studiate nu pot exista la orice valoare a factorilor fizico-chimici. Se poate astfel evidenția o limită inferioară și una superioară ce delimitează *amplitudinea de toleranță* pentru un factor anume. Valorile exterioare acționează drastic prin distrucția indivizilor care s-ar afla într-un astfel de mediu.

În interiorul amplitudinei tolerate, acțiunea factorului se manifestă cu diferite intensități asupra indivizilor, ceea ce i-a permis lui Shelford să le grupeze în cinci clase deosebite dintre care: două clase de pessimum, două de toleranță medie și una de optimum (fig. 12).

Cele două clase de pessimum sînt datorate limitării existenței indivizilor prin valorile extreme tolerate: minimă și maximă. Aceste două zone valorice ale factorului studiat sînt cele mai dificile de tolerat pentru indivizii populației. Clasa de pessimum minimă exemplifică legea lui Liebig.

Clasele de toleranță medie, două la număr, sînt limitrofe celor de pessimum. Ele cuprind valori ale factorului care asigură condiții medii de existență pentru indivizii populației de referință.

Central, în amplitudinea de toleranță a indivizilor populației se înscrie clasa de optimum, cu valorile cele mai potrivite existenței viețuitoarelor respective.

Efectele valorice ale factorului fizico-chimic se înregistrează sub două forme: prin aspecte de factură individuală, indicînd diferite manifestări fiziologice globale și prin aspecte de factură populațională, concretizate sub formă numerică (a se vedea ordonata în fig. 12 a). Exprimarea numerică se realizează prin înscrierea nivelului densității medii a populației corespunzător mărimii valorice a factorului sau, sub o formă procentuală, prin prezentarea ponderii clasei respective de densitate față de ansamblul populației.

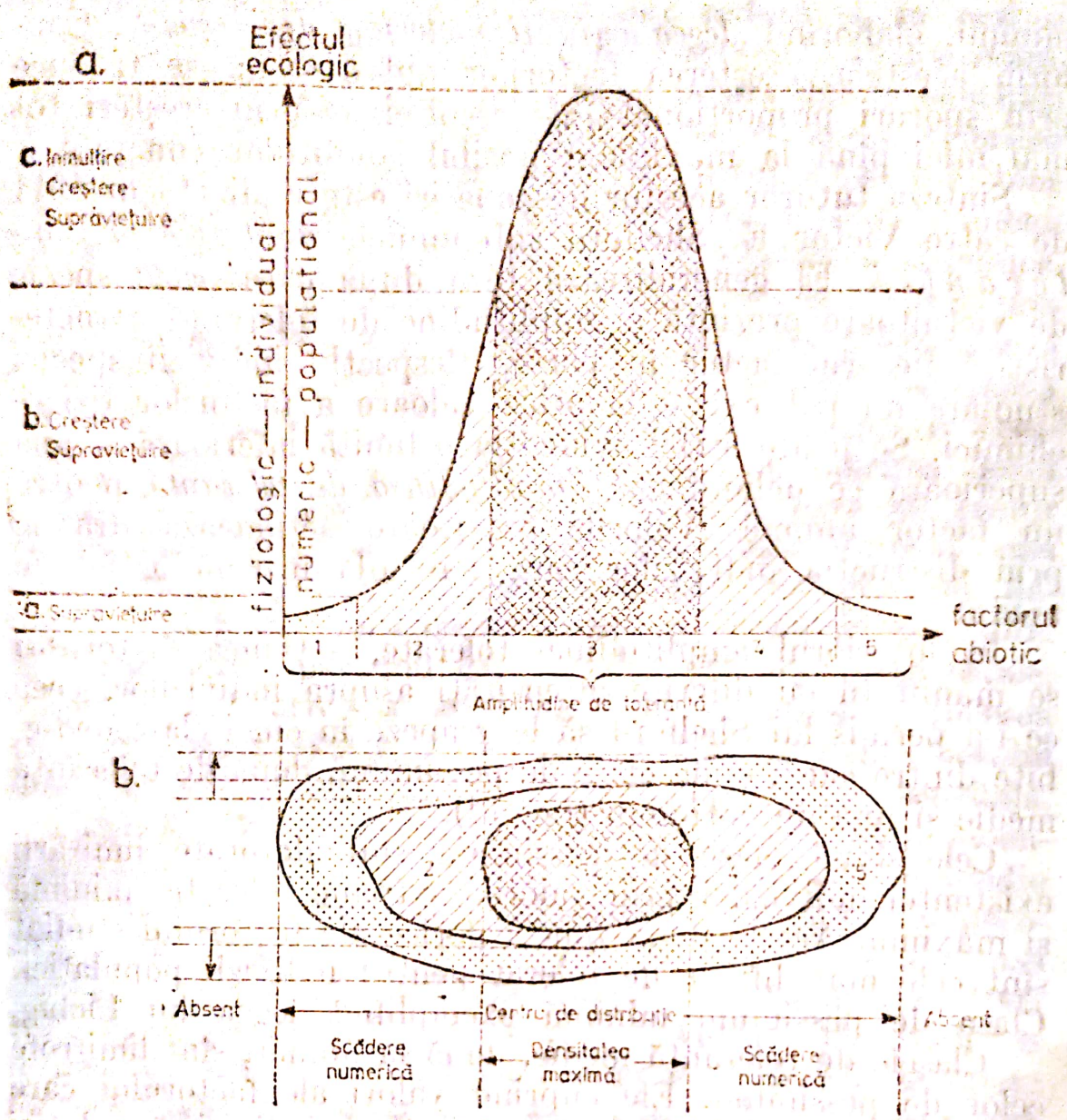


Fig. 12 Legea toleranței: a — exprimarea grafică: 1 și 5, clase de pessimum; 2 și 4, clase de toleranță medie; 3, clasa de optimum; b) — concretizarea arealistică.

Legea toleranței a permis lui Shelford explicarea distribuției în spațiu a populațiilor și speciilor (fig. 12 b). Variația treptată a unui factor este frecvent înregistrată în natură. Astfel, pentru continentul european, în direcția vest-est, pornind de la Atlantic, se constată scăderea umidității, în timp ce în direcția sud-nord pornind de la Mediterana se observă scăderea temperaturii etc. Arealul unei populații sau specii prezintă de obicei o zonă centrală cu densitățile cele mai ridicate, care corespunde cerințelor de optimum.

Scanned with OKEN Scanner

Desigur că în acest caz zona de optimum este datorată interacțiunii complexe a factorilor pedologici, climatici, hidrologici sau litologici și nu unui singur factor, ca în cazul simplificat analizat inițial.

Amplitudinea de toleranță a unuia sau mai multor factori variază de la o specie la alta (fig. 13 a). Speciile pentru care se înregistrează toleranțe largi sînt numite *euribionte*, în timp ce acelea specializate pentru domenii înguste valorice sînt notate drept *stenobionte*. În fig. 13b se dau două exemple de toleranțe diferite ale salinității în Marea Neagră de către două specii de foraminifere: *Ammonia tepida*, cu caracteristici eurihaline și *Quinqueloculina aspera* cu specific stenohalin. Sînt figurați cîte un individ în josul figurii, pentru concretizare.

Se impun cîteva lămuriri de terminologie. S-a observat astfel că se folosesc două prefixe: *euri* (de la grec. *euris* = larg) și *steno* (*stenos* = îngust). Cînd nu se indică un factor special de toleranță se folosește sufixul de *biotic*. Astfel

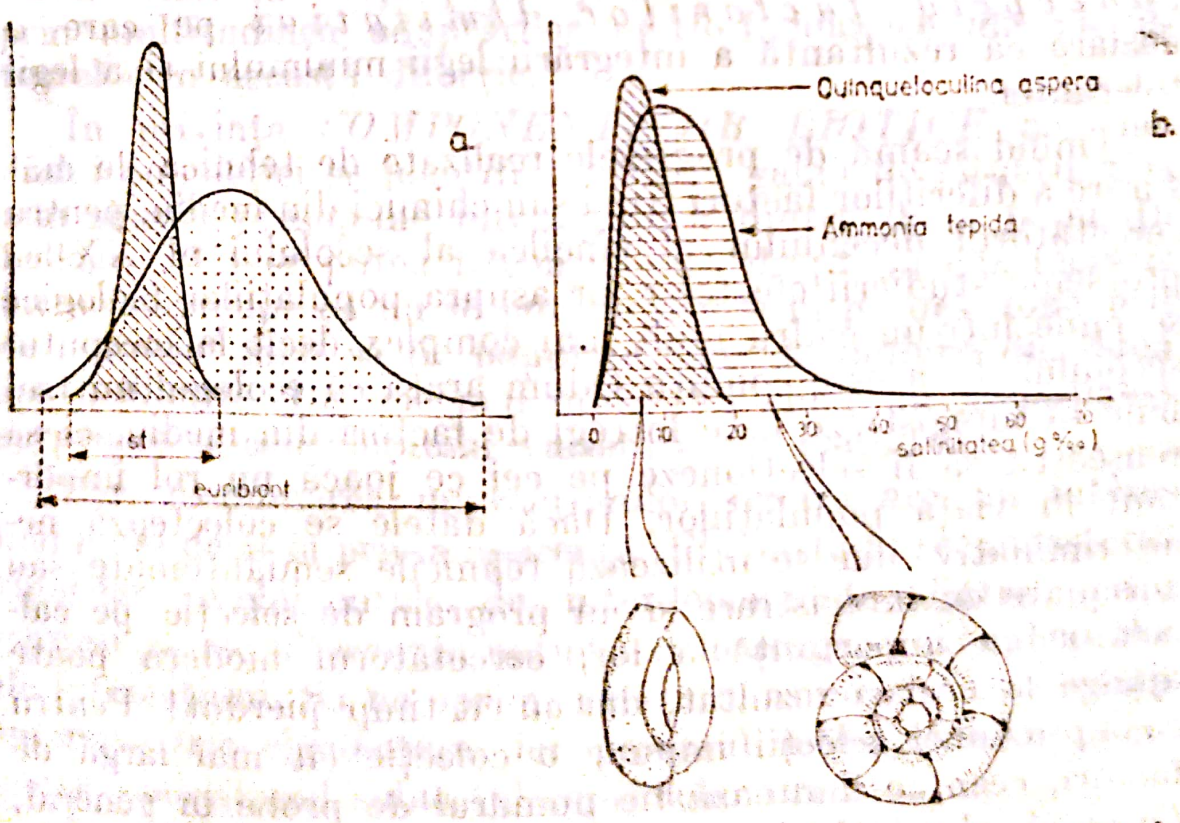


Fig. 13 Specii euri- și stenobionte: a) — cazul general; b — exemple de tolerare a salinității pentru două specii de foraminifere din Marea Neagră (după M. Tufescu).

euribiotic este adresat unei specii care acceptă, tolerează condiții foarte diferite, deci cu un spectru larg de toleranță. Cînd însă se studiază un factor anume, el este indicat prin cuvîntul corespunzător după prefixul respectiv din greaca veche. De exemplu *eurihalin* = tolerînd o variație largă a salinității; *euriterm* = care acceptă temperaturi diferite; *eurioecic* = care există în locuri diferite (*oikos*=casă); *eurihidric* care tolerează variații largi de umiditate; *euribat*, care trăiește la variații mari de presiune etc.

Concepția lui Shelford de analiză ecologică a factorilor fizico-chimici depășește vizibil cadrul unilateralității de tratare a problemei și se relevă ca o modalitate comprehensivă de abordare. Cu toate acestea, în anul 1959 E. Odum demonstrează necesitatea sporită gradului de abstractizare și generalizare a tezelor lui Shelford. El arată astfel că: „prezența și succesul unui organism sau grup de organisme depinde de un complex de condiții. Orice condiție care atinge sau depășește limitele de toleranță se spune a fi o condiție sau un factor limitator". Odum dezvoltă astfel *concepția factorilor limitativi* pe care o declară ca rezultantă a integrării legii minimului și a legii toleranței.

Ținînd seamă de progresele realizate de tehnica de măsurare a diferiților factori fizici sau chimici din mediu, pentru cercetătorul deceniului al cincilea al secolului al XX-lea problema studierii efectelor lor asupra populațiilor biologice se pune într-un cadru mult mai complex decît la începutul secolului. În aceste condiții Odum arată că ecologul nu trebuie să înregistreze liste întregi de factori din mediu, ci să reușească să îi selecționeze pe cei ce joacă un rol important în viața populațiilor. Dacă datele se colectează nediscriminativ, dar se utilizează tehnicile semiautomate sau automate de înregistrare și un program de selecție pe calculator ca importanță a lor, cercetătorul modern poate ajunge la același rezultat, dar cu cît timp pierdut! Pentru că lipsa unei selecții impune o colecție cît mai largă de factori, ceea ce limitează fie numărul de probe în general, fie pe al celor biologice în special. Apare astfel, sub o altă formă, problema expusă de către Bernard Shaw în piesa: „Medicul în dilemă", respectiv a alegerii pacienților

Scanned with OKEN Scanner

în funcție de un criteriu intrucît nu toți pot fi cuprinși din cauza caracterului laborios al tratamentelor.

În spiritul concepției factorilor limitativi, E. Odum arată că nu toate condițiile mediului joacă un rol important în viața populației biologice. Factorii care se află în limitele unor toleranțe normale o afectează puțin. În schimb cei ce se află în zonele critice, ca de exemplu cei cu acțiune conformă legii minimului, modifică substanțial de la o etapă la alta structura populației. Prin urmare nimic mai simplu: se identifică factorii limitativi și cercetătorul se concentrează asupra lor. Dar care sînt aceștia?

Răspunsul la întrebare îl poate da experiența biologică a cercetătorului de identificare a *factorilor critici de adaptare* ai organismelor pentru diferite medii de viață. Astfel, viețuitoarele terestre și-au elaborat strategii foarte diferite de luptă împotriva pierderilor de apă, demonstrînd importanța factorului hidric. Similar, sărăcia oxigenului din adîncul bazinelor stătătoare de apă dulce se evidențiază a juca un rol deosebit în viața populațiilor respective, fapt relevat prin multitudinea adaptărilor morfo-fiziologice ale viețuitoarelor în această direcție.

În privința *COMPONENTELOR BIOTICE* ale mediului populației se identifică o largă gamă de situații. Cea mai simplă presupune interacțiunea dintre două populații biologice. Ea ar putea fi considerată drept un caz teoretic întrucît aproape că nu se pot surprinde în natură zone atît de „vitrege" încît să fie populate doar de indivizi din două specii diferite. De cele mai multe ori chiar un nespecialist surprinde o considerabilă varietate de viețuitoare.

Dar, examinarea interacțiunilor binare are un interes mai mare decît la prima aparență. El constă în recunoașterea tipurilor fundamentale de interdependențe dintre specii care se găsesc ulterior în natură cu întreaga ei complexitate de interacțiuni. Să ne oprim, pe scurt, asupra acestor relații interspecifice elementare, iar procesul interacțiunilor complexe, constituind subiectul capitolelor următoare.

În 1949 *E.F. Haskell* a găsit o modalitate extrem de interesantă de clasificare a interacțiunilor directe dintre două populații. El a avut ideea strălucită de a grupa modifi-

cările fiecărei populații, produse ca rezultat al interrelațiilor, în trei clase notate după cum urmează:

+ (plus) — reprezentînd un efect pozitiv, stimulator în creșterea numerică a populației respective;

— (minus) — simbolizînd descreșterea numerică a populației în urma interacțiunii;

0 (zero) — efect nul, nivelul numeric rămînînd constant.

Dacă se iau în considerație deci trei tipuri de modificări pentru o populație și trei tipuri pentru cea de a doua, rezultă în total nouă cazuri de interacțiuni.

Analiza și generalizarea tipologiei lui Haskell a fost efectuată de către *E. Odum* în 1959. El arată că trei dintre combinațiile propuse trebuie excluse întrucît sînt repetiții. În același timp două combinații din cele șase rămase prezintă cîte două forme diferite de concretizare biologică, recunoscute ca distincte în literatura de specialitate. În acest fel *Odum* identifică opt tipuri de interacțiuni directe între două populații.

Pentru ca cititorul să fie edificat asupra modalității de înregistrare a celor opt tipuri vom nota cele două populații cu A și B, iar efectele interacțiunii cu +, —, 0 și vom realiza combinațiile posibile ale acțiunilor reciproce sub forma tabelului de mai jos:

Efect	0	+	—
0	00 neutralism	0+ comensalism	—0 amensalism
+	+0	++ protocooperație/ mutualism	+— parazitism prădătorism
—	—0	—+	—— concurență

După cum se observă, combinațiile + 0, — 0 și — + se repetă, fiind simetrice. În tabel s-a notat și denumirea relațiilor dintre specii. Combinațiile + + și + — se concretizează prin cîte două categorii diferite de interrelații

Scanned with OKEN Scanner

din punct de vedere biologic. Ilustrăm în cele ce urmează fiecare dintre cele opt categorii de interacțiuni identificate pe baza criteriului interacțiunii directe.

Neutralismul se definește pentru situația în care cele două populații nu se afectează reciproc direct (00).

La prima vedere multe specii diferite aparent nu se interconectează întrucît lipsesc interacțiunile directe. Dar în natură toate populațiile biologice, care coexistă, sînt dependente una de cealaltă, dacă nu direct, atunci prin populații intermediare. Este celebră relația edificată de Ch. Darwin între producția de trifoi și numărul de pisici dintr-o localitate. Producția de trifoi este mare cînd sînt multe pisici, pentru că acestea se hrănesc cu rozătoare care distrug cuiburile de bondari, polenizatori importanți ai plantelor de trifoi.

Sînt însă nenumărate relații de același gen. Aparent cariul sau gîndacul de scoarță se află în relații de neutralism față de limaxul sau melcul fără cochilie. Dar indivizii ambelor specii sînt dependente de plante. Limaxul consumă rădăcini sau părți aeriene ale plantelor herbacee, în timp ce cariul sapă canale în scoarța copacilor pădurii unde își depune ponta. Dar între plantele lemnoase și ierboase se dispută rezervele de apă și săruri minerale din sol. Aceasta face ca prezența masivă a uneia dintre cele două specii animale, prin inhibarea numerică a speciei vegetale de care depinde, să stimuleze indirect mărirea populației celeilalte specii de animale.

Se pot trage, deci, două concluzii. Apare astfel foarte clar faptul că populațiile biologice care coexistă într-un teritoriu sînt interconectate de cele mai multe ori în mod indirect. Vom obține astfel cea de a doua concluzie și anume că, din punct de vedere practic, relația de neutralism se găsește mai mult pe plan teoretic. Din acest punct de vedere forma propriu-zisă este rară și trebuie tratată cu prudență. Neutralismul s-ar putea depista numai în situația unui număr mare de populații intermediare avînd ca rezultat o intercondiționare redusă între cele două populații analizate.

Concurența sau competiția, ca și celelalte tipuri de interacțiuni, exprimă opusul neutralismului respectiv, determinismul reciproc între populații.

În cazul concurenței rezultatul interrelației se traduce prin efectele negative (— —) pentru ambele populații bio-

Scanned with OKEN Scanner

logice întrucît relația se manifestă numai în situația cînd amîndouă folosesc aceeași resursă ca hrană sau spațiu. Indivizii nu secretă substanțe inhibitorii, nu se „consumă" reciproc, dar efectul interacțiunii populațiilor este negativ numeric întrucît se folosesc aceleași condiții care se împart între competitori. Aceasta înseamnă că cele două populații prezintă aceeași *nișă ecologică*, respectiv au aceeași funcționalitate ecologică.

Noțiunea de nișă ecologică a fost pentru prima dată introdusă de către J. Grinnel, în 1917, și generalizată ca utilizare prin tratatul lui Ch. Elton din 1927. Mai recent (1957), G.E. Hutchinson definește nișa ecologică sub forma unui hiperspațiu cu n dimensiuni a cărui fiecare axă reprezintă valoarea concretă a unui factor de mediu pentru populația biologică respectivă.

Ch. Darwin cita în magistrala sa lucrare „Originea speciilor" (1859) relațiile dintre specii care luptă pentru resurse similare (cu alte cuvinte concurența interspecifică) drept una din formele prin care se manifestă selecția naturală.

Pe plan experimental, primele investigații sînt datorate lui *G. F. Gause* (1932) realizate de populații diferite de parameci și drojdii. Inițial el a înregistrat numărul maxim de indivizi din fiecare populație (K_i) care se dezvoltă separat într-o cultură cu o anumită compoziție. A comparat apoi aceste date cu numărul maxim de indivizi din două populații diferite (de exemplu *Paramoecium caudatum* și *P. aurelia*) care se poate observa într-o cultură mixtă cu o compoziție nutritivă similară. Rezultatele sale au demonstrat că niciodată într-o cultură mixtă (cu cel puțin două populații din specii diferite) nu se atinge același număr maxim de indivizi ca într-o cultură pură. Se produce practic *o partajare a resurselor nutritive și a spațiului* între indivizii populațiilor componente.

Gause a constatat însă și un alt fapt. Solicitînd aceleași condiții, populațiile intră într-un proces de concurență care are, de cele mai multe ori, ca rezultat păstrarea unei singure populații și excluderea celeilalte. În acest fel s-a putut formula *principiul lui Gause* (1934) după care două populații, din specii diferite, cu nișe ecologice similare, nu pot coexista, una fiind înlăturată prin concurență.

Scanned with OKEN Scanner

Mecanismul procesului care stă la baza principiului enunțat se poate releva în modul de creștere numerică a populațiilor concurente. Se constată astfel că dezvoltarea lor numerică se realizează în două etape: a) atingerea nivelului maxim numeric pentru fiecare în parte în cultura mixtă și b) înlocuirea indivizilor unei populații cu indivizi din cealaltă.

Pe de altă parte, cele două populații prezintă caracteristici diferite. Dacă notăm cu *A* și *B* aceste populații se constată că există următoarele specificități corelate:

A relevă un nivel numeric mai înalt de dezvoltare corelat cu o rată individuală de creștere mai ridicată. *B* prezintă caractere inverse.

În prima etapă a dezvoltării numerice și cultură mixtă, *A* și *B* își „împart" resursele proporțional nivelului lor de dezvoltare și corelativ sporurilor de creștere individuale. Astfel *A* va fi reprezentat printr-o densitate superioară față de *B*.

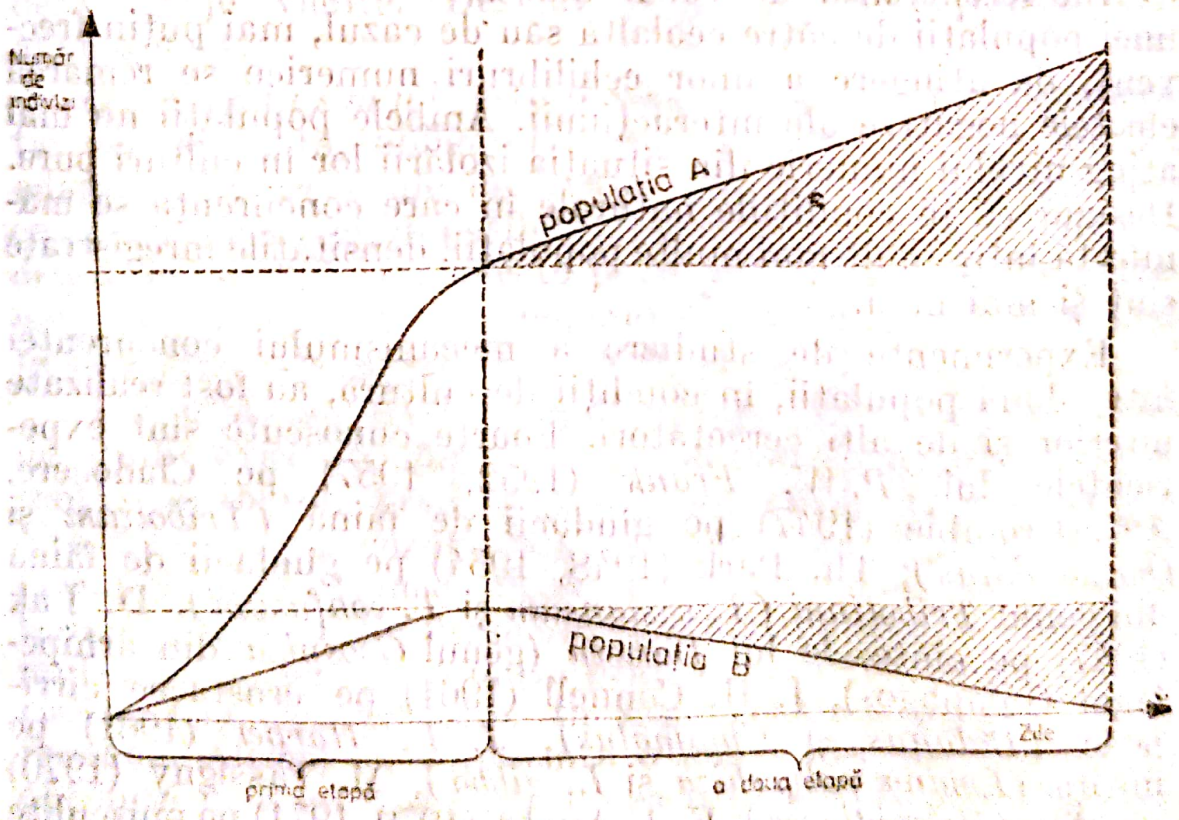


Fig. 14 Schema dezvoltării numerice, conform principiului lui Gause, a două populații aflate în concurență.

Scanned with OKEN Scanner

În cea de-a doua etapă, rata sporită de creștere individuală pentru *A* opune mai mulți indivizi în înlocuirea celor dispăruți față de *B*. Acest proces are drept rezultat scăderea treptată a indivizilor *B* față de *A* care se dezvoltă numeric până la înlocuirea totală a primei populații.

Experiențele lui Gause demonstrează însă și o altă categorie de situații rezultate în urma concurenței interspecifice: atingerea unui echilibru numeric între cele două populații participante cu menținerea ambelor. Se pare, așa cum au demonstrat și cercetările ulterioare, că acest caz se datorește atît unui raport numeric specific între populațiile competitive cît și unor modificări ale mediului de cultură prin existența acestora.

Evoluția numerică prin echilibrarea celor două populații a subliniat imperfecțiunile de definire a nișei ecologice în deceniul al treilea al secolului al XX-lea și necesitatea unor studii mai amănunțite. Dacă populațiile coexistă, aceasta semnifică faptul că ele *nu au exact aceleași cerințe și respectiv nișe ecologice*, ci unele foarte apropiate dar practic diferite.

Indiferent însă de cazul mai frecvent, de eliminare a unei populații de către cealaltă sau de cazul, mai puțin frecvent, de atingere a unor echilibruri numerice se remarcă efectele negative ale interacțiunii. Ambele populații nu mai ating nivelul numeric din situația izolării lor în culturi pure. Desigur că în condițiile naturale în care concurența se manifestă între mult mai multe populații, densitățile înregistrate sînt și mai mici.

Experimente de studiere a mecanismului concurenței între două populații, în condiții de cultură, au fost realizate ulterior și de alți cercetători. Foarte cunoscute sînt experiențele lui *P. W. Frank* (1952, 1957) pe Cladocere, A.C. Crombie (1947) pe gîndacii de făină (*Tribolium* și *Oryzaephilus*), Th. Park (1948, 1954) pe gîndacii de făină din genul *Tribolium* (*T. castaneum* și *T. confusum*), D. Lak (1947) pe cintezele lui *Darwin* (genul *Geospiza* din arhipelagul Galapagos), J. H. Connell (1961) pe crustacee cirripede (*Balanus* și *Chtamalus*), *J. L. Harper* (1961) pe lintiță (*Lemna polyrrhiza* și *L. gibba*), M. Tassigny (1970) pe alge (*Desmidiacee*), F. J. Ayala (1970, 1971) pe muscuțe de oțet (*Drosophila serrata* și *D. pseudoobsura*) etc.

Scanned with OKEN Scanner

Protocooperația face parte, față de concurență, dintr-un alt grup de interacțiuni, respectiv de factură pozitivă. Ambii parteneri aflați în relație prezintă avantaje (+ +).

Protocooperația va apare probabil ciudată, după ce s-a prezentat lupta pentru existență pe care o duc populațiile prin concurență. Dar ca se așază cuminte pe firul logic al unui proces biologic foarte lung legat de aceeași problemă a nișei ecologice.

Partajarea condițiilor de mediu în evoluația speciilor a condus la specializări ecologice. Rezultatul a fost extrem de avantajos: un număr mai mare de nișe cu specii mai bine delimitate ca funcționalitate ecologică a însemnat o posibilitate sporită de coexistență a mai multor viețuitoare. În acest cadru apropierea spațială, in mod incidental, a doi indivizi din specii diferite, complementare ca funcționalitate ecologică, a reprezentat un plus de avantaje pentru supraviețuirea ambelor specii. Protocooperația nu este o relație obligatorie; indivizii se reunesc accidental și se separă după actul ecologic. Ei pot, deci, exista și de sine stătător fără dezavantaje vădite. Desigur însă că interacțiunea este avantajoasă.

Mutualismul este o interacțiune de protocooperație perfecționată, obligatorie pentru parteneri. Ea implică adaptări reciproce ale indivizilor din cele două specii, ceea ce aduce după sine imposibilitatea de supraviețuire independentă. În acest fel, cu efecte pozitive asupra ambilor parteneri (+ +) ca și protocooperația, mutualismul este însă pentru aceștia o coexistență obligatorie.

Atît protocooperația, cît și mutualismul nu au beneficiat de studii experimentale de atîta rezonanță precum concurența, antibioza, prădătorismul sau parazitismul. Se pot cita însă cîteva cazuri mai cunoscute de mutualism. De exemplu interacțiunea dintre flagelatele hipermastigine și termite. Acestea din urmă sînt insecte specializate la consumul celulozei pe care o obțin prin „devorarea" tuturor materialelor lemnoase întîlnite. În zonele calde (Europa mediteraneană, Africa) ele reprezintă o adevărată plagă. Celuloza obținută însă nu sînt capabile să o digere. În tubul lor digestiv trăiesc protozoare flagelate, din grupul hipermastiginelor, care se înscriu printre puținele organisme de pe glob

Scanned with OKEN Scanner

producătoare de enzime celulozolitice ce descompun macromoleculele de celuloză în zaharuri mai simple ce se pot digera de către termite. În același timp termitele le oferă din abundență celuloză.

Un caz binecunoscut de mutualism este reprezentat prin plantele numite licheni. Ele sînt constituite practic din asocieri de alge cianoficee sau verzi cu ciuperci, fiecare specie de lichen fiind rezultatul conviețuirii unei specii algale și a uneia fungice. Alga realizează, producția de substanță organică pentru propria-i existență, cît și pentru ciuperca incapabilă de astfel de sinteze. În schimb ciupercă oferă apă (reținută în miceliu), substanțe azotoase, dioxid de carbon necesare algei în fotosinteză. Gama de interacțiuni algă-ciupercă concretizată sub forma lichenilor este însă foarte largă și nu se limitează exclusiv la mutualism. Se întîlnesc și cazuri cînd ciuperca parazitează alga.

Alt caz de mutualism la fel de binecunoscut este citat în relația dintre plantele din familia leguminoase și bacteriile fixatoare de azot *(Rhizobium)*.

Mutualismul mai este notat și cu numele de *simbioză*, însemnînd în traducere liberă: conviețuire. Unii autori consideră că simbioza are o sferă de cuprindere mai largă decît mutualismul. *E. Odum* pune însă ambii termeni în relație de echivalență.

Comensalismul este un tip de interacțiune binară asimetrică și pozitivă în care un singur partener este afectat în sens pozitiv cînd se manifestă (0+) și negativ cînd lipsește (0—). Este astfel obligatoriu numai pentru organismul *comensal* în timp ce *gazda* este neafectată. De exemplu în cavitatea paleală a stridiilor se adăpostește un crab comensal. Pagurii, crustacei cu abdomenul moale pe care și-l protejează prin ascunderea într-o cochilie goală de melc au cîțiva comensali. Frecventă este asocierea unui pagur și a unei actinii fixată pe cochilia melcului ce constituie adăpostul primului. Se citează de exemplu indivizi de *Adamsia rondeletii* (actinie) comensală cu pagurul *Eupagurus bernhardus* sau *Adamsia palliata* cu *Eupagurus prideauxi*. Un alt comensal al pagurilor este un vierme inelat din grupul polichetelor. Comensalii citați au avantajul unei hrane mai bogate în compania crustaceului, iar actiniile, organisme sedentare, beneficiază și de posibilități de deplasare.

Scanned with OKEN Scanner

Sînt și cazuri în care o actinie intră în relație cu un crab, relația fiind bilateral avantajoasă. Astfel actinia *Bunodeopsis prehensa*, foarte urzicătoare, este căutată în mod special de crabul *Lybia tessellata*. Înarmat cu o actinie în fiecare clește, crabul se apără foarte eficace de dușmani. Situația citată nu se mai încadrează însă în relațiile de comensalism, ci de mutualism.

Amensalismul sau *antibioza* este un tip de interacțiune binară asimetrică și negativă; un fel de prădătorism sau parazitism nerealizat în care organismul amensal care atacă este inhibat de către gazdă prin secreție de substanțe toxice numai pentru atacant. Astfel amensalul suportă o acțiune cu rezultate negative în timp ce gazda nu este afectată.

Cercetările experimentale privind antibioza sînt extrem de vaste. O direcție în acest sens cu rezultate deosebit de fructuoase pentru umanitate a fost deschisă de către A. Fleming în 1929, cînd a descoperit că mucegaiul *Penicillium notatum* secretă penicilina cu care distruge în mod specific microbul *Staphylococus aurens*. În 1940 E.B. Chain și H.W. Florey au reușit să separe substanța activă în stare pură, ceea ce a permis ulterior dezvoltarea întregii industrii antibiotice. Toți trei au primit premiul Nobel pentru fiziologie și medicină în anul 1945.

Dar antibioza nu se reduce la atît. S-a demonstrat că și organisme din alte grupuri sînt capabile să secrete substanțe inhibitorii specifice atacatorilor lor. În 1955, Gerhard Grümmer[1] publică o sinteză asupra antibiozei la plante în care recunoaște patru categorii mai importante de manifestare a fenomenului în funcție de tipul substanței active.

a) Antibioză prin *coline*, substanțe secretate de plante superioare, inhibînd alte plante superioare concurente. Numirea de coline îi aparține lui Grümmer (1955). În rîndul unor astfel de substanțe se citează: substanțe gazoase (etilenul, metanul, alcooli volatili), lichide (soluții de derivați lactonici sau fenolici), cît și solide (alcaloizi, glucozizi). Primele experiențe în studiul acțiunii colinelor sînt datorate lui H. Molisch (1957) în cercetarea influenței „gazului de

[1] El folosește în loc de antibioză termenul de alelopatie („Allelopathie") de la *allelon* = reciprocitate și *pathe* = influență. n.a.

mere" (etilen în cea mai mare parte) asupra plantelor superioare și a germinării semințelor acestora.

b) Antibioză prin *fitoncide*, descoperite de Tokin (1929), ca substanțe secretate de plantele superioare cu efect inhibitor asupra microorganismelor.

c) Antibioză prin *marasmine*, substanțe secretate de microorganisme și descoperite de Gäumann (1946) ca avînd rol inhibitor asupra plantelor superioare.

d) Antibioză prin *antibiotice*, proces descoperit de Fleming (1929) și pe care Grümmer îl consideră inhibare de către microorganisme a altor microorganisme.

Prădătorismul ca și *parazitismul* se definesc ca relații binare, asimetrice, în care ambii parteneri sînt afectați. Unul dintre ei este specializat ecologic drept consumator superior (prădătorul sau parazitul) al celuilalt folosit ca hrană (prada sau gazda). Consumatorul este dependent de partenerul său ce-i servește drept hrană. În acest fel lipsa interacțiunii are un rol negativ asupra consumatorului și neutru asupra organismului consumat (— 0). Cînd cei doi sînt în contact, consumatorul are de cîștigat, în timp ce organismul consumat suferă un afect negativ(+ —). Se dovedește deci obligativitatea relației pentru consumator și repercursiunea inhibitorie asupra organismului consumat.

Diferențele dintre prădătorism și parazitism sînt de factură specific biologică. Individul prădător este un consumator cu un mediu de viață exterior individului pradă, venind în contact cu el numai în momentul în care se hrănește, situație în care îl omoară. Este, în general, mai mare decît prada sa din punct de vedere corporal, deși se înregistrează și numeroase excepții. Individul parazit prezintă drept mediu de existență însuși corpul gazdei, fiind stabilit în interior (endoparazit) sau la suprafața acestuia (ectoparazit). Procesul de utilizare trofică nu are caracter secvențional, ci este de durată la nivel interindividual. Totodată individul parazit este mai mic corporal decît gazda sa.

Mecanismul reglajului numeric reciproc între populațiile prădător și pradă a fost pus în evidență, pentru prima dată,

Scanned with OKEN Scanner

de către A.J. Lotka (1920) și V. Volterra (1926), care l-au definit și din punct de vedere cantitativ. Modelul Lotka-Volterra, excluzînd anumite limite, se dovedește a fi de o importanță deosebită pentru înțelegerea reglajului prădător-pradă. Se poate afirma că modelele ulterioare au pornit într-un fel sau altul de la ideile Lotka-Volterra.

Să considerăm că numărul de indivizi ai populației pradă este P, iar numărul de indivizi ai populației prădător sau parazit este R. Ambele populații prezintă în unitatea de timp rate ale creșterii numerice raportate la un individ din populație pe care le notăm cu n_p și n_R. Totodată, în aceleași condiții de măsură (pe unitatea de timp și pe unitatea individuală) populațiile înregistrează rate ale descreșterii: m_p și m_R.

Rata modificării numerice a populației pradă în unitatea de timp (dP/dt) se conturează ca o balanță între creșteri și descreșteri. Creșterile sînt egale cu produsul ratei creșterii per individ ori numărul total de indivizi existenți, deci $P \cdot n_p$. Descreșterile sînt egale cu incidența întîlnirilor între indivizii pradă și prădător (parazit) înmulțită cu rata descreșterii: $PR_p m$. Ecuația modificării numerice în unitatea de timp a populației pradă va fi deci:

$$\frac{dp}{dt} = P \cdot n_p - PRm_p$$

Pentru prădător (răpitor) sau parazit situația se inversează întrucît rata creșterii este proporțională cu incidența întîlnirilor, iar cea a descreșterii cu nonincidența indivizilor pradă. Deci:

$$\frac{dR}{dt} = PR\, n_R - Rm_R$$

Ecuațiile numărului de indivizi P sau R la timpul t se obțin după integrare astfel:

$$P = \frac{n_R}{m_R} + \frac{n_R}{m_R} A \cos\left(\sqrt{n_R n_p t} + B\right)$$

$$R = \frac{n_p}{m_p} + \frac{n_p}{m_p}\left(\frac{n_R}{n_P}\right)^{1/2} A \sin\left(\sqrt{n_R n_P t} + B\right)$$

în care A și B sînt constantele de integrare.

Scanned with OKEN Scanner

Modelul Lotka-Volterra surprinde un proces descris întîlnit în natură și anume al coexistenței populațiilor pradă și prădător. În situația în care numărul de indivizi pradă crește, în scurtă vreme se înregistrează o creștere și pentru indivizii prădător. Consecința rezidă în scăderea populației pradă, ceea ce atrage după sine și o reducere ulterioară a populației prădător. În aceste noi condiții, de reducere a prădătorului, populația pradă crește din nou numeric și așa mai departe. Procesul se poate descrie sub numele de *oscilații Lotka-Volterra* (fig. 15) în care creșterile populației prădător survin după fenomene similare ale populației pradă. Se remarcă totodată faptul că maximele și minimele populațiilor survin în mod regulat, evoluția numerică avînd un caracter ciclic. Un ciclu sau o perioadă este reprezentată de intervalul scurs între două momente succesive de același fel: de exemplu între două maxime ale populației pradă.

În cursul unui ciclu se surprind, cel puțin teoretic, toate nivelele numerice ale celor două populații. Acestea sînt trei, în principiu, și anume: un maxim (*Mx*), un minim (—) și o serie de nivele medii *(md)*. Dacă se urmărește evoluția

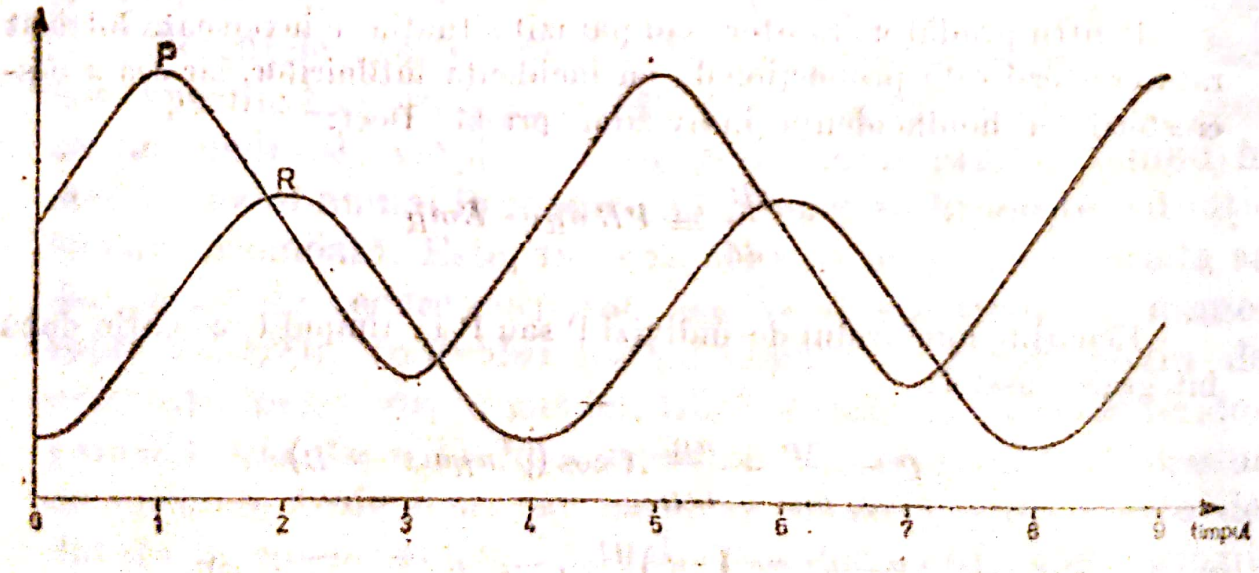


Fig. 15 Oscilațiile de tip Lotka-Volterra; *P* — numărul de indivizi pradă (gazdă); *R* — numărul de indivizi prădători (parazit). Timpul s-a notat în sferturi de ciclu.

Scanned with OKEN Scanner

numerică a ambelor populații în fiecare dintre cele patru sferturi ale unui ciclu se obține imaginea din tabelul de mai jos:

Timpul (sferturi de ciclu)	Nivelul populației pradă	Nivelul populației prădător
1	Mx	md
2	md	Mx
3	—	md
4	md	—

Reprezentînd grafic datele din tabel se obține o familie de curbe închise (elipse sau cercuri) a căror diametru exprimă amplitudinea variațiilor numerice a celor două populații între nivelele maxime și minime înregistrate (fig. 16).

Analizînd evoluția numerică a populațiilor pradă-prădător sau gazdă-parazit, Volterra a enunțat trei legi care îi poartă numele și care și-au păstrat valabilitatea pînă astăzi, nefiind infirmate de către descoperirile ulterioare.

a) *Legea ciclului periodic:* evoluția numerică a populațiilor repetă un anumit nivel numeric la interval de o perioadă, oscilațiile avînd deci caracterul ciclic. Intervalul

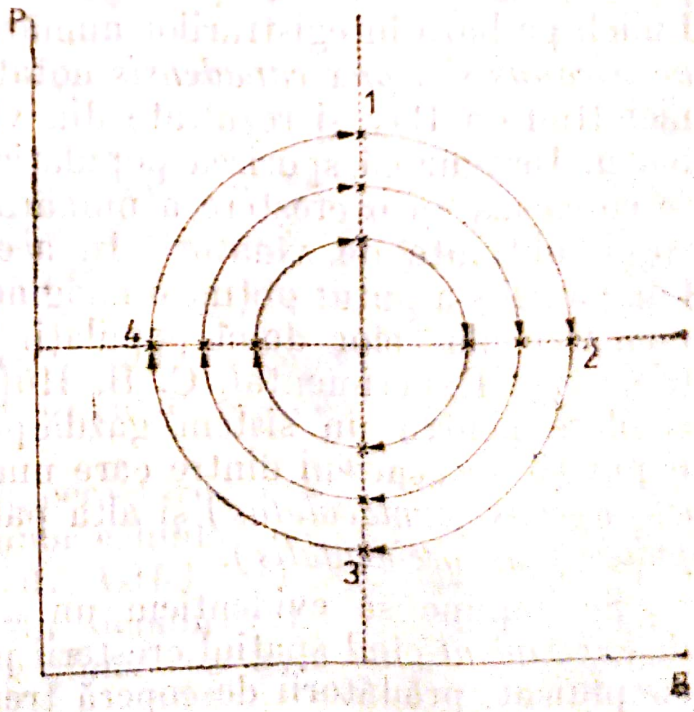


Fig. 16 Oscilațiile Lotka-Volterra reprezentate prin nivelul numeric al populației prădător *(R)* ca funcție a nivelului numeric al populației pradă *(P)*. Timpul (1, 2, 3, 4) este notat în sferturi de ciclu.

unei perioade este $T = 2\pi / \sqrt{n_P n_R}$. Populația prădător (sau parazit) prezintă aceleași momente ca și populația pradă (sau gazdă) decalate succesiv cu un sfert de perioadă (a se vedea tabelul anterior și fig. 15, 16).

b) *Legea conservării mediilor:* evoluția fiecărei populații se desfășoară în fiecare perioadă între aceleași nivele numerice, ceea ce face ca numărul mediu de indivizi pe parcursul unei perioade să fie constant. Această medie se păstrează de la o perioadă la alta dacă condițiile nu se modifică (respectiv dacă valorile n_P, n_R, m_P, m_R rămîn aceleași).

c) *Legea perturbării mediilor* se manifestă dacă intervine un factor de diminuare a nivelului numeric pentru ambele populații. În acest caz efectul se constată prin dezvoltarea numerică neașteptată a populației pradă (sau gazdă) și prin diminuarea prădătorului (sau parazitului). Legea a fost probată involuntar în agricultură prin aplicarea tratamentelor cu insecticide care, distrugînd atît populațiile de dăunători cît și de consumatori ai lor, au produs fenomenul de „*renaștere prin pesticide*“ („pest resurgenice“). S-a constatat că refacerea populației predător (sau parazit) se realizează mai greu decît cea a populației pradă (gazdă), reprezentînd dăunătorii, întrucît aceștia sînt mai prolifici.

Oscilații (numerice de tip Lotka-Volterra) ale unor sisteme pradă-prădător au fost prezentate, în 1937, de către Mac-Lulich pe baza înregistrărilor numărului de blănuri de *Lepus americanus* și *Lynx canadensis* notate în cataloagele Companiei Hudson Bay și rezultate din vînătorile din nordul Canadei. Desigur că sporirea populației locale de iepuri și rîși se corelează cu o creștere a numărului de blăni din ambele specii obținute de vînători. În acest fel, pe baza datelor Companiei s-a putut obține o imagine estimativă a variațiilor numerice ale celor două populații între anii 1845 și 1935 (fig. 17). Experimental, C. B. Huffaker a obținut evoluții similare pentru un sistem gazdă-parazit format din două populații de acarieni dintre care una atacă portocalele (*Eotetranychus sexmaculatus*) și alta parazitară a acesteia (*Typhlodromus occidentalis*).

Se impune să evidențiem un aspect specific *situațiilor de experiment* cînd spațiul creșterii populațiilor este redus și simplificat, prădătorii descoperă treptat toți indivizii pradă

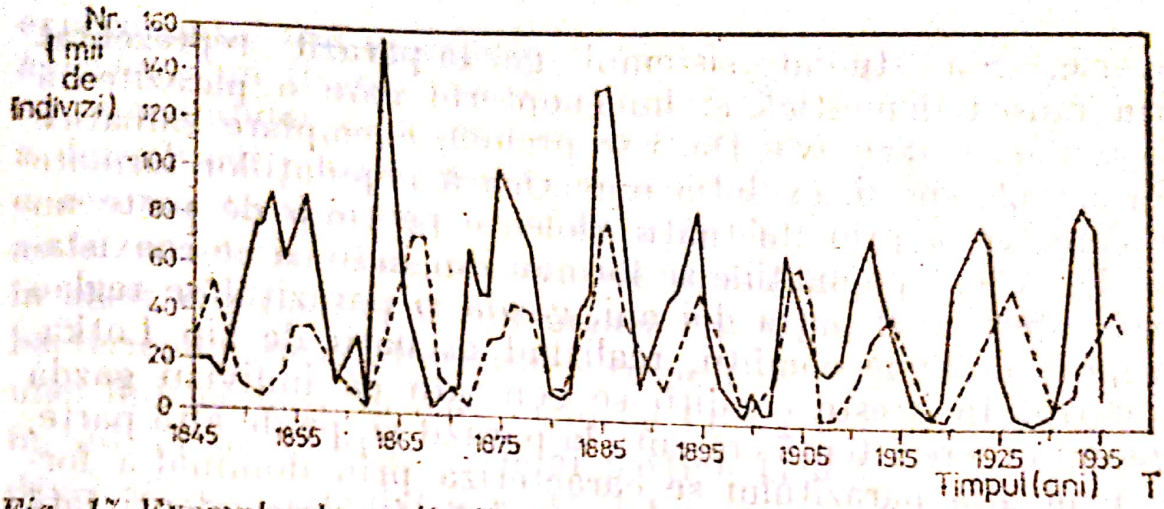


Fig. 17 Exemple de oscilații ciclice în dinamica populațiilor: *Lepus americanus* — ca pradă și — *Lynx canadensis* — ca prădătorii.

și îi extermină. Gause a demonstrat, pentru prima dată, acest fapt arătînd că nu se mai obțin oscilații Lotka-Volterra tipice, ci așa-numitele *oscilații relaxate*, reprezentate prin scăderi numerice tot mai accentuate pînă la dispariția pradei și apoi a prădătorului. Evoluția numerică a celor două populații se desfășoară după etapele tabelului de mai jos:

Timpul (sferturi de ciclu)	Nivelul populației pradă	Nivelul populației prădător
1	maxim	mediu
2	mediu	maxim
3	zero	mediu
4	zero	zero

Gause a demonstrat astfel că oscilațiile Lotka-Volterra se produc numai în condițiile unui mediu complex în care ambele populații (pradă și prădător) au refugii de refacere numerică. Pentru populația pradă refugiul are rolul protecției de consum excesiv, pentru populația răpitor joacă un rol diametral opus — cel de protecție al limitării excesive pentru hrană.

Față de factorul *refugiu*, cercetările ulterioare au subliniat și alte categorii necesare unor echilibre ale sistemelor pradă-prădător sau gazdă-parazit. Astfel, tot experimental Pimentel și Stone (1968) au demonstrat că intervine un important *factor genetic reglator* pe principiul conexiunii

Scanned with OKEN Scanner

inverse. S-a studiat sistemul gazdă-parazit reprezentat prin musca domestică și himenopterul care o parazitează (*Nasonia vitripennis*). Dacă se preluau exemplare sălbatice din ambele specii, evoluția numerică a populațiilor formate se caracteriza prin fluctuații violente pe timp de peste un an. Dacă însă populațiile se formau din indivizi ce coexistaseră anterior cel puțin doi ani, gazda și parazitul se reglau reciproc în bune condiții, realizînd oscilații de tip Lotka-Volterra. În aceste condiții se constata că indivizii gazdă prezentau o rezistență crescută la parazit și, pe de altă parte, că populația parazitului se caracteriza prin dominația formelor genetice cu prolificitate scăzută (46 descendenți față de 133 pe femelă, care era situația specifică primului caz).

Un aspect interesant privind nonconstanța ciclurilor pradă-prădător de tip Lotka-Volterra a fost ilustrat de *M. Tufescu* pe o comunitate de protozoare și bacterii comune în orice apă stagnantă (fig. 18). S-au studiat

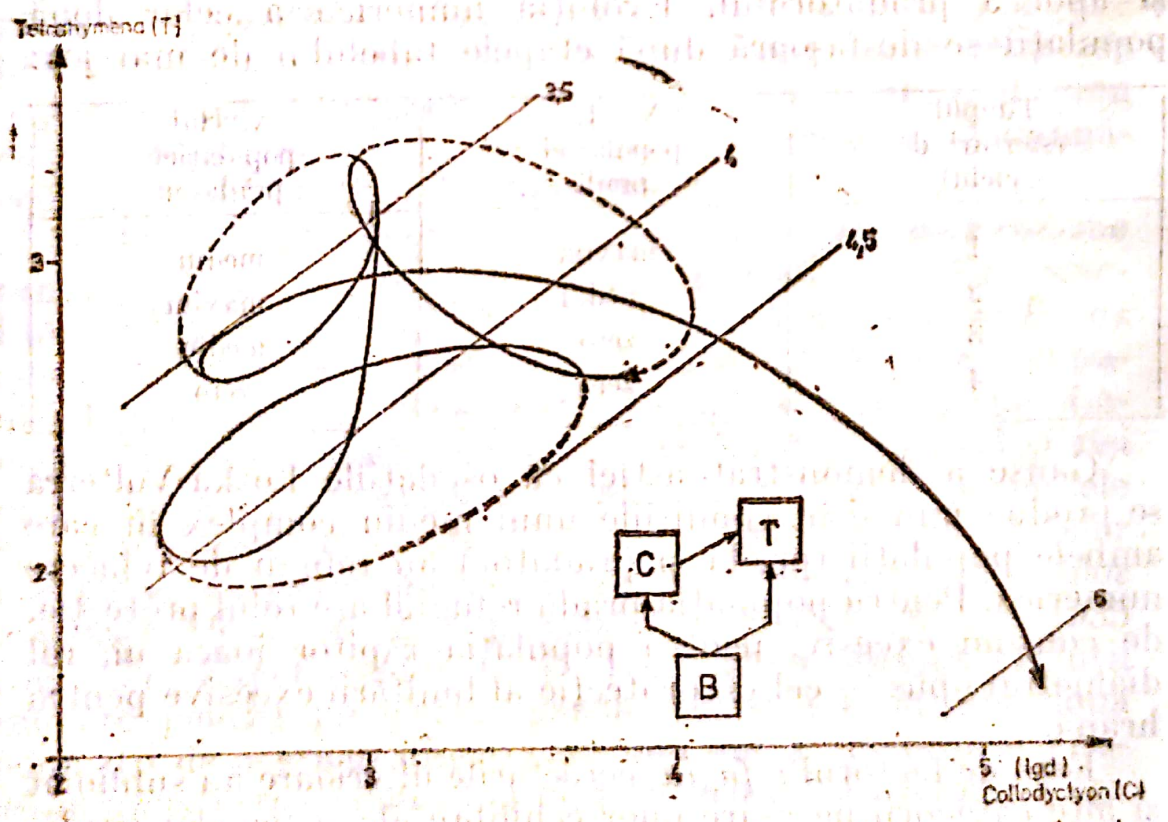


Fig. 18 Oscilații Lotka-Volterra alterate prin modificarea regimului alimentar al ciliatului (*Tetrahymena*), față de flagelat (*Collodyctyon-C*) și acumularea toxinelor bacteriebe: liniile oblice indică nivelul densității populației de bacterii (*B*). Densitățile (d) se exprimă sub forma logaritmică a numărului de indivizi pe mililitri (după M. Tufescu).

Scanned with OKEN Scanner

experimental trei populații în interacțiune: un ciliat (*Tetrahymena*), un flagelat (*Collodyctyon*), cît și bacterii care le servesc ambilor ca hrană în mod normal. În situația însă a dezvoltării masive pentru populația de flagelat, ea oferă o resursă trofică intens folosită de ciliat, evidențiindu-se astfel o relație suplimentară de prădătorism. Totodată, și în acest caz flagelatul concurează ciliatul în privința hranei bacteriene. Grafic, alternanțele respective conduc la înscrierea unei linii sinuase în care ciclurile Lotka-Volterra nu se mai închid, ci se schițează numai parțial, la diferite niveluri de densitate ale populațiilor. Modelul, deși simplu, cu numai trei elemente, permite a se forma o imagine clară asupra complexității interacțiunii pradă-prădător în natură unde fiecare populație prezintă, mai mult sau mai puțin, un regim de hrană variat, cu modificări ale componenței și ponderilor de la o etapă la alta. Deci la cei doi factori citați ce produc modificări în ciclurile Lotka-Volterra se impune a adăuga și un al treilea: *regimul de hrană polifag* al celor mai multe organisme animale.

Încheiem acest aspect al interacțiunilor pradă-prădător sau gazdă-parazit, dealtfel foarte bogat faptic, prin contribuția datorată lui *Rosenzweig* și *Mac Arthur* (1963) în edificarea unei metode grafice interesante compatibile cu descifrarea perspectivei de evoluție numerică echilibrată sau de distrucție a celor două populații. Cei doi cercetători au alcătuit un model pe baza unui spațiu vectorial plan, cu cîte o axă pentru cele două populații ce se interacționează (fig. 19). Punctele, concretizînd valoarea numerică pradă-prădător, nu sînt privite static, ci ca perspectivă de evoluție ilustrînd pe scurt datele ecuației diferențiale $d\,R/d\,P$ (R — numărul indivizilor populației prădător, P — a celei pradă) pentru intervalul dt. Unindu-se punctele de creștere a pradei și de creștere a prădătorului, cele două areale se intersectează în situații diferite. Echilibrul dinamic se atinge în condiția intersectării arealului de creștere a pradei în zona sa de maxim cu arealul de creștere al prădătorului care trebuie să-l depășească ca plafon. În situațiile înaintării zonei de creștere a

Scanned with OKEN Scanner

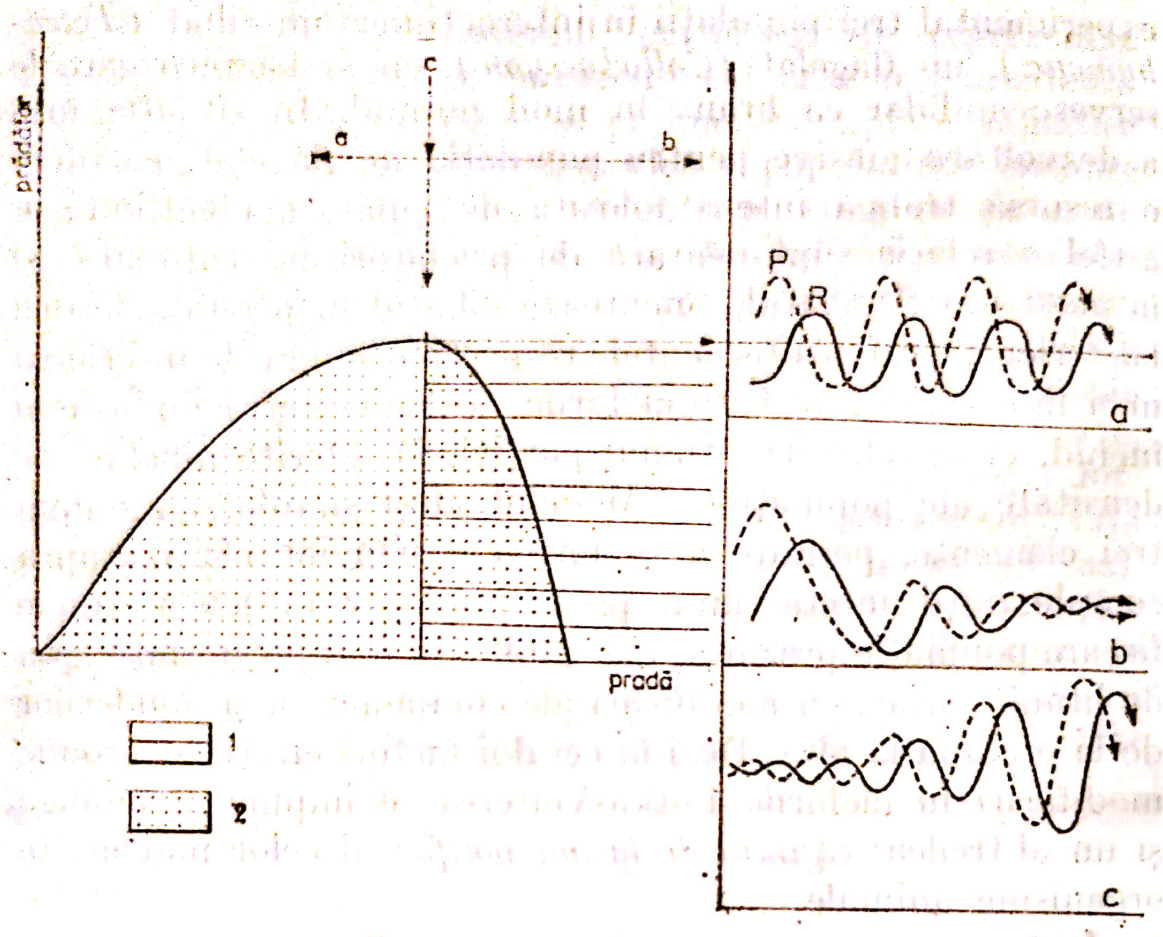


Fig. 19 Modelul Rozenzweig-MacArthur de analiză a sistemului pradă *(P)* — prădător *(R)*: *a* — oscilații de echilibru; *b* — oscilații amortizate; *c* — oscilații în amplificare; 1 — crește *R*; 2 — crește *P*.

prădătorului spre stînga se obțin oscilații ce cresc în amplitudine, distrugînd sistemul. În cazul înaintării zonei spre dreapta oscilațiile se amortizează. Pe de altă parte scăderea plafonului numeric al prădătorului înlătură oscilațiile.

Se constată deci, în urma examinării interacțiunii populației biologice cu factorii mediului său de viață în modele simple, binare, că problematica ce se naște este extrem de complicată. Sîntem, deci, siliți să admitem că nu am surprins decît părți izolate din întreaga complexitate a naturii. Vom exclude pe cît posibil această limitare a problemei în capitolul următor, unde vom încerca să ilustrăm structura și funcționalitatea sistemului ecologic datorat interacțiunilor simultane ale populațiilor biologice și mediului lor abiotic.

Scanned with OKEN Scanner

Într-un teritoriu anumit se întîlnesc indivizi din populații ale unor specii diferite de microorganisme, plante și animale. *Complexul format din viețuitoare și mediul lor fizico-chimic de existență alcătuiesc un sistem ecologic sau ecosistem*, nume dat în 1935 de către Tansley.

Ideea de unitate sistemică între organisme și mediul lor abiotic este însă mai veche. Pentru prima dată, în 1887, Forbes a intuit această realitate în studiul unui lac. El a propus termenul de *microcosmos*. Ulterior au fost folosiți alți termeni ca de exemplu: *holocoen* (Friederichs, 1930), *biosistem* (Thienemann, 1939). Dintre toți însă șansa de a rămîne a revenit termenului lui Tansley.

Se pot realiza două categorii de analize ale unui ecosistem: sincrone și diacrone. Analiza sincronă va surprinde caracteristicile sale de organizare, respectiv structurile constituiente și funcționalitățile acestora la un moment dat. Analiza diacronă relevă modificările în timp ale organizării ecosistemului. Vom prezenta pe rînd cele două categorii de aspecte.

În privința *ORGANIZĂRII ECOSISTEMULUI* vom ilustra structurile caracteristice și le vom analiza semnificațiile funcționale.

Ecologii au prezentat o multitudine de criterii de recunoaștere structurală. Concepția modernă a permis identificarea a cinci categorii de criterii și respectiv structuri pentru ecosistem.

Stratificarea ecosistemului este, se pare, cel mai ușor de recunoscut dintre toate modalitățile de structurare a sa. Majoritatea ecosistemelor planetei noastre prezintă două straturi fundamentale: un strat *autotrof* și altul *heterotrof*.

Scanned with OKEN Scanner

Stratul autotrof este superior, beneficiind astfel de radiația luminoasă a soarelui, factor energetic esențial al procesului de fotosinteză. Procesul este realizat de către plantele verzi, avînd drept rezultat producerea de substanțe organice. Stratul autotrof este limitat ca grosime din cauza ecranării zonelor inferioare de către organismele și structurile din zonele sale superioare. În stratul autotrof, pe lîngă procesele de sinteză de substanțe organice, se produc și procese heterotrofe, de utilizare și degradare a lor de către organismele care trăiesc direct sau indirect pe seama plantelor și prin înșeși activitățile metabolice ale fotosintetizatorilor.

Stratul heterotrof, prin ecranarea sa de către stratul superior, exclude prezența plantelor verzi. Din această cauză el este tributar stratului autotrof, pentru acoperirea necesarului energetic care se realizează prin import de substanțe organice.

Oricît pare de simplă această dublă structurare ea se regăsește în cele mai multe cazuri în natură. Pentru o pădure cu frunze căzătoare din zona temperată, stratul autotrof este reprezentat de partea epigee, respectiv supraterană a sa, în timp ce stratul heterotrof este concretizat prin litieră și sol. Pentru o pădure ecuatorială stratul autotrof se reduce cel mai adesea la zona coronamentului, extrem de dens și amplu pe verticală, realizînd o ecranare puternică, ceea ce are drept rezultat un adevărat clar-obscur la nivelul solului. În lacuri și mări stratul autotrof este reprezentat de masa de apă în care se întîlnesc plante superioare, dar mai ales alge aparținînd fitoplanctonului. Zona profundă, a bentosului, ca și masa de apă din adîncime, formează stratul heterotrof.

Ideea componenței pe straturi a unui ecosistem este mai veche și se pare că își are rădăcini adînci din practica silvică și piscicolă. Ea a fost mai recent teoretizată de către E. Odum în tratatul său de ecologie. S-ar părea că nimic nu este mai clar și mai ușor de acceptat decît ideea propusă. Și totuși ea nu întrunește o unanimitate de interpretare. În tratatul de ecologie al lui P. Dajos (1971) straturile autotrof și heterotrof sînt tratate ca ecosisteme independente, fiecare aparținînd unui tip diferit. Autorul își argumentează teza prin notarea existenței unor ecosisteme ce corespund exclusiv cu unul din cele două straturi ale lui *E. Odum*, așa cum

sînt de exemplu peșterile, caz elocvent de ecosistem heterotrof. În alte situații se poate constata că deși sînt prezente ambele straturi, ele sînt despărțite de spații vaste intermediare încît întreg ansamblul nu mai poate fi considerat un singur ecosistem. Ne reamintim astfel că cca. 72% din suprafața planetei este reprezentată prin oceane. Pe verticală oceanul include prezența celor două straturi dintre care cel autotrof are o grosime de cca 200 m față de cel heterotrof ce atinge frecvent 7 000 m. Într-un astfel de caz este evident că nu se mai poate vorbi de straturi, ci de ecosisteme diferite în care zona fără fotosintetizanți este împărțită pe verticală între mai multe sisteme ecologice.

Problema opțiunii pentru teza considerării drept straturi sau ecosisteme diferite a unităților naturale citate pare a se rezolva în modul surprinzător, dar firesc, prin accepția ambelor soluții cu preluarea uneia în mod alternativ, de la un caz la altul. Se relevă totodată complexitatea problematicii ecologice care la o primă aparență tentează a fi tratată într-un cadru de o simplitate nimitoare.

Subsistemele trofice fundamentale ale ecosistemului sînt cinci: substanțele anorganice, producătorii primari, consumatorii, materia organică moartă, descompunătorii.

Substanțe anorganice sînt primare vieții atît pe planeta noastră, cît și în restul universului. Pentru actuala complexitate a naturii pe Pămînt, ele servesc drept „materie primă" în sinteza biotică de substanțe organice prin activitățile desfășurate de producătorii primari utilizînd energia solară. Bogăția în substanțe anorganice libere în mediu, mai ales din categoria azotaților și fosfaților, indică nivelul trofic al ecosistemului respectiv referitor bineînțeles la potențialul producătorilor primari și succesiv la dezvoltarea celorlalte organisme.

Producătorii primari îndeplinesc rolul esențial și unic pentru restul viețuitoarelor de realizare a substanței organice pornind de la substanța anorganică și energie (solară sau chimică). Lipsa lor ar epuiza rezervele organice și în scurtă vreme planeta ar deveni pustie. Rolul cosmic al plantelor autotrofe a fost subliniat cu clarviziune remarcabilă de către Timireazev la începutul secolului.

Sinteza de substanțe organice pornind de la substanțe anorganice și energie se desfășoară de către plantele autotrofe în cursul procesului producției primare. Ecologia cunoaște și un proces al producției secundare în care substanțele organice se obțin pornind de la substanțe organice. Acest proces se realizează de celelalte organisme care formează categoriile macro- și microconsumatorilor.

Substanța organică moartă în ecosistemele planetei noastre este actualmente de proveniență biogenă, datorată morții producătorilor primari sau consumatorilor de ambele tipuri. Existența de substanță organică moartă în multe ecosisteme este, se pare, datorată unui fenomen de *exces al producției primare*. Acesta a fost descris de către N. Steeman (1965) ca rezultat al ineficienței relației pradă-prădător la nivel primar, prădătorii fiind ierbivorile. Trebuie să menționăm, însă, că acest fenomen, de mare importanță ecologică, a fost surprins de Gr. Antipa încă din 1910 în cercetarea regiunii inundabile a Dunării, prioritate care uneori este pierdută din vedere în mod nejustificat.

Importanța fenomenului de exces a producției primare se relevă în faptul că substanța organică suplimentară permite funcționarea fie a subsistemului reprezentat de stratul heterotrof (pentru același ecosistem), fie a unor ecosisteme exclusiv heterotrofe mai apropiate sau mai depărtate de zona de sinteză.

În situația în care structurile organice, după moartea viețuitorului, au fost mult afectate, părțile rezultate alcătuiesc împreună un detritus organic, vegetal sau animal.

Consumatorii sînt de obicei reprezentați în mare măsură prin organisme animale, jucînd rolul fie de prădător, fie cel de parazit. Nu trebuie însă să uităm faptul că există o serie întreagă de plante și microorganisme care fac parte din grupul paraziților, avînd aceeași funcționalitate de consumator. Care este, deci, specificul ecologic al acestei categorii de organisme? În primul rînd, consumatorii sînt producători secundari, dependenți direct sau indirect de producătorii primari. Din punct de vedere metabolic însă, căile lor catabolice nu le permit în totalitate degradarea substanțelor organice în substanțe anorganice ci se opresc, în general, la nivelele intermediare, realizînd parțial degradarea citată.

Scanned with OKEN Scanner

Descompunătorii se hrănesc cu substanță organică moartă, deci practic cu „cadavrele" plantelor și animalelor. În acest proces de degradare a substanțelor organice în totalitate în substanțe anorganice, descompunătorii realizează așa-numitul proces de *mineralizare*. Procesul este extrem de important pentru degajarea ecosistemului de materie organică moartă care altfel s-ar acumula nefiind folosită de alte viețuitoare și pentru repunerea în circuit a elementelor componente după mineralizarea substanței organice. În grupa descompunătorilor se încadrează ciupercile și bacteriile saprofage, organisme care, deci, subzistă pe un substrat organic mort. Întrucît descompunătorii sînt consumatori de o factură specială, unii ecologi îi numesc microconsumatori.

Este interesant de remarcat că încă de la sfîrșitul secolului trecut, K. Möbius (1877) a demonstrat necesitatea de a grupa toate viețuitoarele dintr-un ecosistem într-un subsistem aparte numit de el *biocenoză*. Într-adevăr, organismele se „comportă" altfel decît materia nevie, ceea ce face ca toate cele trei subsisteme de acest fel (producători primari, consumatorii și descompunătorii) pe lîngă aspecte particulare să prezinte și o serie de elemente comune. Dintre acestea, ecologic se impune menționarea capacității sale de *productivitate* biologică (fie că este primară sau secundară). Dintr-un alt punct de vedere ecologic, biocenoza are capacitatea de a lupta împotriva dezorganizării entropice, de a realiza organizări și restructurări ale materiei ce îi ridică valoarea informațională. Această *productivitate de negentropie* se realizează pe seama mediului abiotic, pe care-l sărăcește informațional și îi crește valoarea entropiei (dezorganizării) sale.

De notat că mediul abiotic al biocenozei reprezintă cel de-al doilea subsistem major al ecosistemului, desemnat cu numele de *biotop*. El nu se reduce la substanțele minerale sau organice moarte, menționate mai sus, ci include totalitatea factorilor fizico-chimici, respectiv în mod suplimentar și factori fizici (de exemplu, temperatura, presiunea) ca și teritoriul de existență al biocenozei. Totodată în multe lucrări se mai folosește și termenul de *comunitate biotică* sau, simplu, comunitate pentru a desemna un grup natural, mai mare sau mai mic de populații, inclusiv o biocenoză.

Structura trofică a ecosistemului se reprezintă prin raporturile între subsistemele citate anterior.

Scanned with OKEN Scanner

Din acest punct de vedere se pot realiza două modalități de abordare: una parțială biocenotică, sub forma *piramidei trofice*, cea de a doua pe ansamblul sistemului, sub forma *rețelei trofice*.

Piramida trofică este o modalitate de ilustrare grafică a structurii biocenozei pe care ecologia o datorează lui Ch. Elton (1927). Lui îi revine meritul de a recunoaște și trata științific un fapt cunoscut empiric de multă vreme și anume că nu toate animalele se hrănesc la fel. Unele sînt fitofage (sau „mîncătoare de plante"), altele sînt zoofage și respectiv carnivore. Pe de altă parte carnivorele prezintă, la rîndul lor, o hrană animală diferită: în timp ce unele se hrănesc cu ierbivore, altele se hrănesc cu carnivore; se mai cunosc totodată și carnivore „de vîrf".

Se poate, deci, desprinde concluzia în ansamblu că în timp ce producătorii primari formează ecologic un singur *nivel trofic*, consumatorii sînt un grup neomogen alcătuit din mai multe. Elton introduce astfel noțiunea de *nivel trofic desemnînd prin el totalitatea organismelor similare din punctul de vedere al hranei, caracterizate și de faptul că între ele și producătorii primari se află un număr egal de organisme intermediare ce servesc reciproc ca hrană.*

Piramida trofică se construiește prin reprezentarea unul deasupra celuilalt a nivelelor trofice succesive începînd de la producătorii primari (P_1), continuînd prin consumatori primari sau fitofagi (C_1), consumatorii secundari zoofagi (C_2) și consumatorii de vîrf (C_v). Descompunătorii nu sînt reprezentați de obicei sau se situiază separat. Se obține astfel o construcție grafică de forma unei „piramide" în trepte (fig. 20). Fiecare treaptă este egală în înălțime. În schimb lungimea sa este proporțională cu mărimea nivelului trofic respectiv.

„Mărimea" unui nivel trofic se poate aprecia în trei modalități diferite: prin numărul de indivizi, prin biomasa sau greutatea lor și prin cantitatea de energie ce o însumează în corpul lor și se poate degaja prin ardere. Se cunosc astfel trei tipuri fundamentale de piramide trofice: numerice, ca biomasă și energetice.

În deceniul Programului Biologic Internațional cercetările au subliniat faptul că numărul și biomasa exprimă, după criterii diferite, aceeași realitate specifică unui nivel trofic. În acest cadru s-a propus termenul de *standing crop*

Scanned with OKEN Scanner

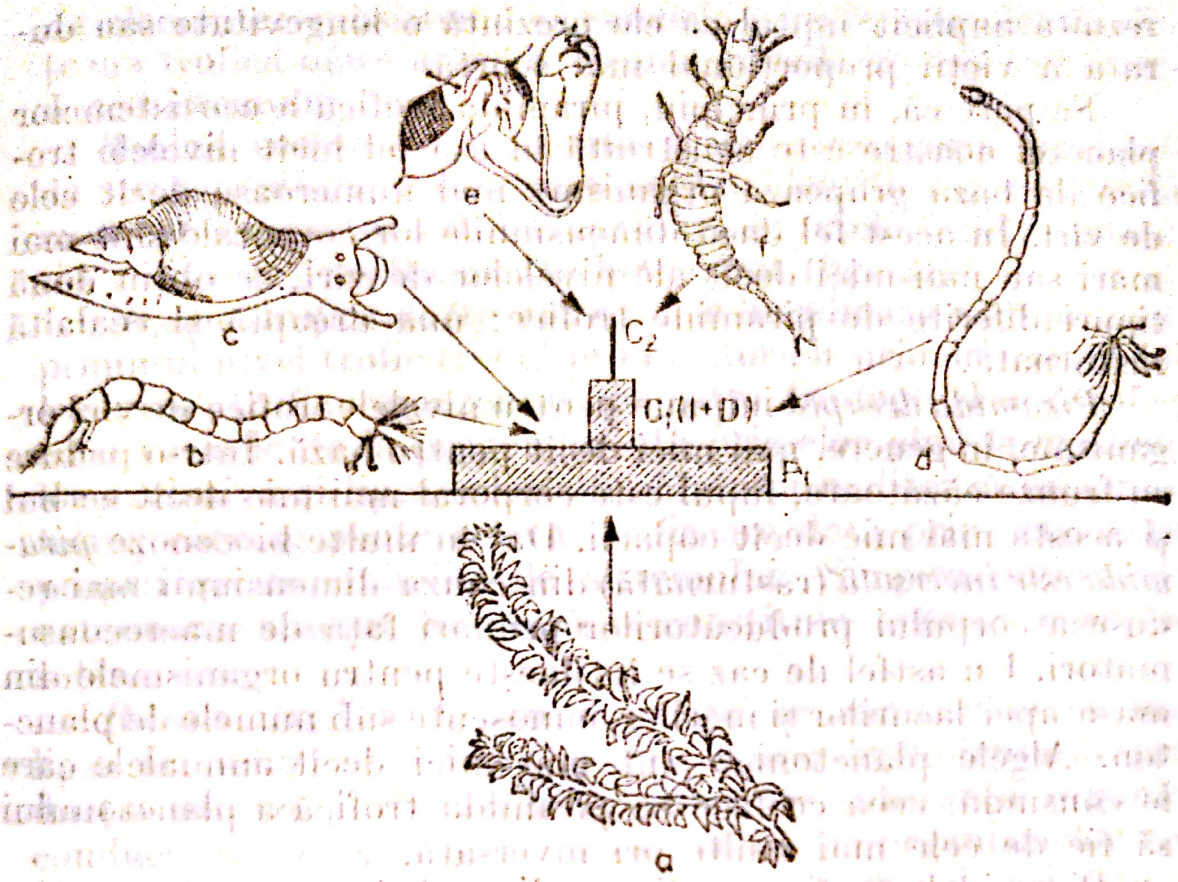


Fig. 20 Exemplu de piramidă trofică — biocenoza fitalului: P_1 — producători primari (*a — Elodea canadensis*); C_1 — consumatorii primari reprezentați prin erbivore *(I)* și detritivore *(D)*; *b* — larvă de chironomid; *c* — *Limnaea*, *d* — larvă de ceratopogonid; C_2 — consumatori secundari; *e* — nimfă de odonat; *f* — larvă de *Dyliscus* (după M. Tufescu).

(în engleză = recoltă existentă) pentru număr și biomasă. Ambele exprimă, practic, mărimea masei nivelului respectiv, în timp ce cantitatea de energie reflectă cealaltă modalitate esențială de manifestare a materiei — respectiv cea energetică.

Pentru piramida trofică se prezintă o serie întreagă de caracteristici. Ne vom opri asupra uneia dintre ele, de la care par să derive toate celelalte, cunoscută sub forma *relației inverse între mărimea organismului și intensitatea metabolismului său*. Conform acesteia organismele de dimensiuni mai mici, prin metabolismul mai intens, realizează o producție biologică mai mare în același timp față de organismele de dimensiuni mari. Mărimea lor corporală fiind mai redusă,

rezultă implicit faptul că ele prezintă o longevitate sau durată a vieții proporțional mai scurtă.

Se pare că, în principiu, piramida trofică a ecosistemelor planetei noastre este construită în așa fel încît nivelele trofice de bază grupează organisme mai numeroase decît cele de vîrf. În acest fel dacă dimensiunile lor corporale sînt mai mari sau mai mici decît ale nivelelor de vîrf, se obțin două tipuri diferite de piramide trofice: una dreaptă și cealaltă răsturnată.

Piramida dreaptă impune pentru nivelele trofice de vîrf organisme, în genere, mai mici decît pentru bază. Într-o pădure cu frunze căzătoare, lupul este corporal mai mic decît cerbul și acesta mai mic decît copacii. Dar în multe biocenoze *piramida este inversată* (răsturnată) din cauza dimensiunii mai reduse a corpului producătorilor primari față de macroconsumatori. Un astfel de caz se întîlnește pentru organismele din masa apei lacurilor și mărilor, cunoscute sub numele de plancton. Algele planctonice sînt mai mici decît animalele care le consumă, ceea ce face ca piramida trofică a planctonului să fie de cele mai multe ori inversată.

Piramidele trofice se diferențiază și după un alt criteriu, cel al prezenței tuturor nivelelor trofice și respectiv al lipsei producătorilor primari. Rezultă în acest fel două tipuri de piramide.

În cazul în care biocenoza prezintă toate nivelurile trofice se va recunoaște o *piramidă de tip autotrof*. Ea este compusă din: producători primari, fitofage și zoofage de diferite niveluri. Pentru situația în care producătorii primari lipsesc, rezultă o *piramidă de tip heterotrof* bazată pe o producție primară exterioară biocenozei respective. O astfel de piramidă are pe al doilea nivel trofic consumatori de un tip special care se hrănesc cu detritus, numiți *detritofagi*. Al treilea nivel trofic și următoarele sînt ocupate de zoofagi. Piramida heterotrofă apare astfel foarte neconformistă, îndepărtîndu-se mult de la imaginea pe care Ch. Elton a prezentat-o inițial pentru o piramidă trofică prin lipsa primului nivel. Posibil că ideile în acest domeniu se impun a fi restructurate în funcție de noile realități relevate de ecologie.

Rețeaua trofică ilustrează „canalele" prin care circulă materia în ecosistem între cele cinci subsisteme fundamentale citate anterior. Ea este formată din două categorii

Scanned with OKEN Scanner

de elemente: subsisteme și canalele care le conectează. Rețeaua trofică oferă astfel o viziune globală de funcționalitate a ecosistemului.

Ținînd seama de existența a două categorii principale de straturi și/sau ecosisteme se pot identifica în natură, în mod corespunzător tot atitea tipuri de rețele trofice: una de tip autotrof, cealaltă de tip heterotrof (fig. 21).

Rețeaua trofică de tip autrotrof se încadrează prin prezența primului nivel trofic (cel al producătorilor primari), iar al doilea nivel trofic reprezentat de către fitofage și saporofage cu o variație de la preponderența primelor pînă la existența lor exclusivă și lipsa celorlalte. Materia realizează un circuit întreg care se poate releva de fiecare dată prin activitățile proprii și disponibilitățile sistemului. Singura intervenție exterioară absolut necesară o constituie aportul energetic solar.

Re'eaua trofică de tip heterotrof se caracterizează prin lipsa primului nivel trofic, ceea ce o face dependentă de producția primară exterioară. Importul de substanță organică conduce de cele mai multe ori la distrucția organismelor respective. În acest fel nivelul consumatorilor primari este în mod specific reprezentat de către saprofage. Materia nu realizează un circuit închis.

Rețeaua trofică se poate reprezenta cu grade diferite de schematizare. Aceasta depinde de multitudinea de subsisteme trofice luate în considerație pentru ecosistem: de la cele cinci fundamentale pînă la împărțirea celor biologice în specii, iar a celor fizico-chimice pe baze ionice, energetice, biochimice sau după alte criterii. Remarcăm că în unele cărți de ecologie o rețea trofică cuprinzînd numai subsistemele fundamentale (ca în fig. 21) este desemnată cu numele de *ciclu trofic*. Considerăm că termenul nu se impune din două considerente. Întîi pentru că unele rețele (cele heterotrofe) nu formează cicluri complete de circulație a materiei. Apoi, pentru că abordarea sistemică din ultimul deceniu a relevat relativitatea subdivizărilor rețelei trofice, demonstrînd că avem de-a face cu grade diferite de analiză ale sale și nu cu concepte diferite.

Rețeaua trofică poate fi o reprezentare parțială a funcționării ecosistemului. De cele mai multe ori ceea ce se exclude în primul rînd sînt subsistemele abiotice, obținîndu-se în

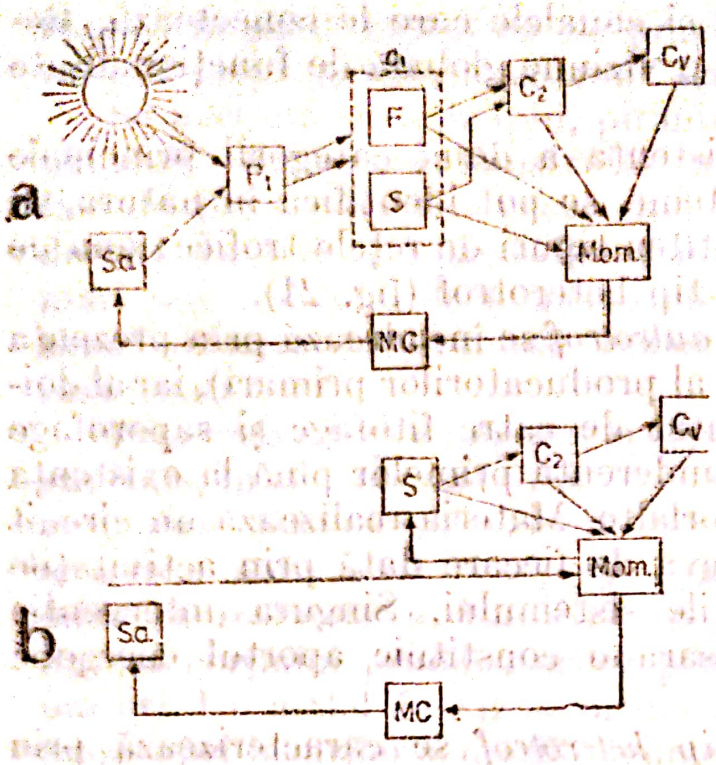


Fig. 21 Rețeaua trofică: **a** — de tip autotrof; **b** — de tip heterotrof; *s.a.* — substanța anorganică; *M.o.m.* — materia organică moartă: P_1 — producătorii primari; C_1 — consumatorii primari; *F* — fitofagele; *S* — saprofagele; C_2 — consumatorii secundari; C_v — consumatorii de vîrf; *MC* — microconsumatorii (descompunătorii).

acest caz o rețea trofică a biocenozei. Secvența cea mai simplă impune însă prezentarea minimă a două nivele trofice.

Canalele rețelei trofice a biocenozei sînt cunoscute în ecologie sub denumirea de *lanțuri trofice*. Se impun de la început două precizări. În primul rînd lanțurile trofice reprezintă legături ce unesc subsisteme elementare ale biocenozei, respectiv cîte o specie pentru un nivel. În al doilea rînd ele sînt limitate, punînd în legături numai anumite subsisteme ale biocenozei după un anumit specific de hrănire al organismelor componente. Astfel, direct sau indirect, pe seama plantelor se hrănesc două categorii de organisme: consumatorii și descompunătorii. Grupul consumatorilor se recunoaște în natură prin două modalități de regim trofic: prădătorism și parazitism. În acest fel se pot cita trei tipuri de lanțuri trofice: al prădătorilor, al paraziților și al descompunătorilor. Ținînd seama de notațiile din fig 21 aceste lanțuri se prezintă după cum urmează:

— lanțul trofic al producătorilor: $P_1 \rightarrow C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow C_v$;

— lanțul trofic al paraziților: $G \rightarrow Q_1 \rightarrow Q_2$, în care G = organism gazdă (P_1, C_1, C_2 sau C_v), Q_1 — parazit și Q_2 — hiperparazit (parazit pe parazit);

— lanțul trofic al descompunătorilor: MC_1 MC_2 ... MC_n în care 1,2...*n* sînt nivelurile trofice ținînd seama de

faptul că descompunerea majorității substanțelor organice se realizează etapizat, iar descompunătorii sînt specializați de obicei pentru un număr limitat de secvențe biochimice.

Pentru a oferi cititorului întreaga perspectivă asupra conceptului respectiv trebuie să subliniem că în ecologie se folosește și noțiunea de *verigă trofică pentru fiecare specie care se află într-un lanț*. În acest fel imaginea lanțului trofic devine mai clară și pe plan figurativ, întrucît ea este formată, după criteriul citat, dintr-o succesiune de verigi.

În mod firesc se pune acum o întrebare. Exceptînd aspectul pur nomenclatural și de subdiviziare există, într-adevăr, relații profunde, semnificative ecologice între rețele și lanțul trofic? Și se pare că în adevăr ele se pot deslușì, dacă analizăm rețeaua trofică la nivelul fiecărei verigi în parte. Aceasta înseamnă, practic, a analiza regimul de hrană al fiecărei specii de consumator și descompunător din ecosistem. Vom constata astfel că se pot identifica tipuri diferite de specii. Unele prezintă un regim foarte variat, fiind capabile să trăiască pe un substrat nutritiv provenind de la specii diferite. Ele au primit numele de *specii polifage*. Altele sînt specializate să se hrănească pe seama unui număr restrîns de specii ce le oferă un substrat nutritiv, fiind numite *oligofage*. Se mai cunosc și organisme profund specializate ce se hrănesc exclusiv pe seama unei singure specii, ceea ce le include în categoria de *specii monofage*.

Existența speciilor oligofage și mai ales a celor polifage într-o rețea trofică face ca în cadrul aceleiași verigi să se intersecteze lanțuri diferite. Polifagia implică, deci, legarea lanțurilor trofice în rețele, în timp ce monofagia ar conduce, dacă ar fi extinsă și posibilă această extensiune, la izolarea lanțurilor trofice.

Structura biochimică a ecosistemului include reprezentarea cantitativă a categoriilor de substanțe organice și anorganice din ecosistem necesare funcționării sale, prezente în stare liberă sau în corpul organismelor. Cercetările din timpul Programului Biologic Internațional au delimitat această reprezentare cantitativă a substanțelor prin noțiunea de *standing state* sau „stare existentă".

Dacă am reclasifica subsistemele trofice fundamentale ale ecosistemului (a se vedea p. 107), ținînd seama de un criteriu generalizator de acest fel, am ajunge la concluzia că ele sînt

Scanned with OKEN Scanner

de două tipuri: de factură chimică — reprezentate prin *standing state*, și de factură biologică — reprezentate prin *standing crop*.

Întrucît ecosistemul este un sistem mixt, respectiv atît biotic, cît și abiotic, apare evidentă preocuparea ecologului pentru a grupa substanțele nu după rigorile chimice propriu-zise, ci din punctul de vedere al importanței lor în cadrul interacțiunii cu biocenoza. Astfel înșiși substanțele anorganice sînt analizate în ordinea importanței pe care o joacă în ciclurile biochimice ale sistemului. Din acest punct de vedere ținînd seama de specificul de organizare chimică a ecosistemelor planetei, cel mai frecvent rezultă a fi importante substanțele care se găsesc în cantități minimale față de cerințele organismelor (a se vedea anterior Legea minimului lui Liebig), așa cum sînt, de exemplu, azotații și fosfații.

Trebuie să notăm că, deși cercetările chimice și biochimice asupra ecosistemului au tradiții mai vechi, dezvoltarea întregii game de tehnici din ultimele două decenii au repus pe un alt plan problema studierii structurilor sale pe aceste baze. Utilizînd metode electroforetice, refractometrice sau spectrofolometrice din ce în ce mai subtile, introducînd studiul prin analizori și senzori automați conectați la calculatorul electronic, cercetătorii au pus în valoare domeniul puțin cunoscut al interacțiunilor chimice complexe și al rolului acestuia în viața ecosistemului. Mai mult decît atît, din analiza interacțiunilor biocenoză-biotop concretizate în variația cantităților de oxigen și dioxid de carbon s-au putut trage concluzii importante atît asupra productivității biologice, cît și în privința regimului de hrană al consumatorilor și energeticii sistemului biocenotic.

Biotopul acumulează adeseori substanța organică moartă sub formă de detritus modificînd treptat echilibrul ecosistemului fie fizic prin micșorarea sa în adîncime (ca de exemplu colmatarea lacurilor), fie biochimic prin creșterea ponderii stratului și acțiunilor heterotrofe. În biotop se găsesc de asemeni o multitudine de enzime și alte substanțe active care induc modificări importante în funcționalitatea ecosistemului.

O preocupare specială în privința substanțelor active din ecosistem a căpătat-o studierea pigmenților foteautotrofi sau clorofilieni. Analiza *clorofilei A* a devenit o metodă cu-

Scanned with OKEN Scanner

rentă de studiu a productivității primare, dar nu numai atît. În 1958, H.T. Odum, W. McConnell și W. Abbott reanalizează tipurile de ecosisteme din punctul de vedere al clorofilei *A*, demonstrînd existența a patru categorii (fig. 22).

Ecosisteme de tip stratificat cuprinzînd toate tipurile de păduri, cît și ecosisteme cu vegetație înaltă ierboasă fie spontane fie cultivate. Sînt caracterizate prin existența unor substraturi cu o concentrație diferită în pigmenți clorofilieni pentru stratul autotrof în sensul creșterii numărului de granule și respectiv reducerii cantității de clorofilă pe unitatea de suprafață în funcție de scăderea intensității radiației luminoase. Stratificarea citată este permanentă, fiind reprezentată de exemplu prin nivele de frunze din coronament care, chiar dacă se pierd iarna, pentru pădurile cu frunze căzătoare, reconstituie în primăvară aceleași structuri din punctul

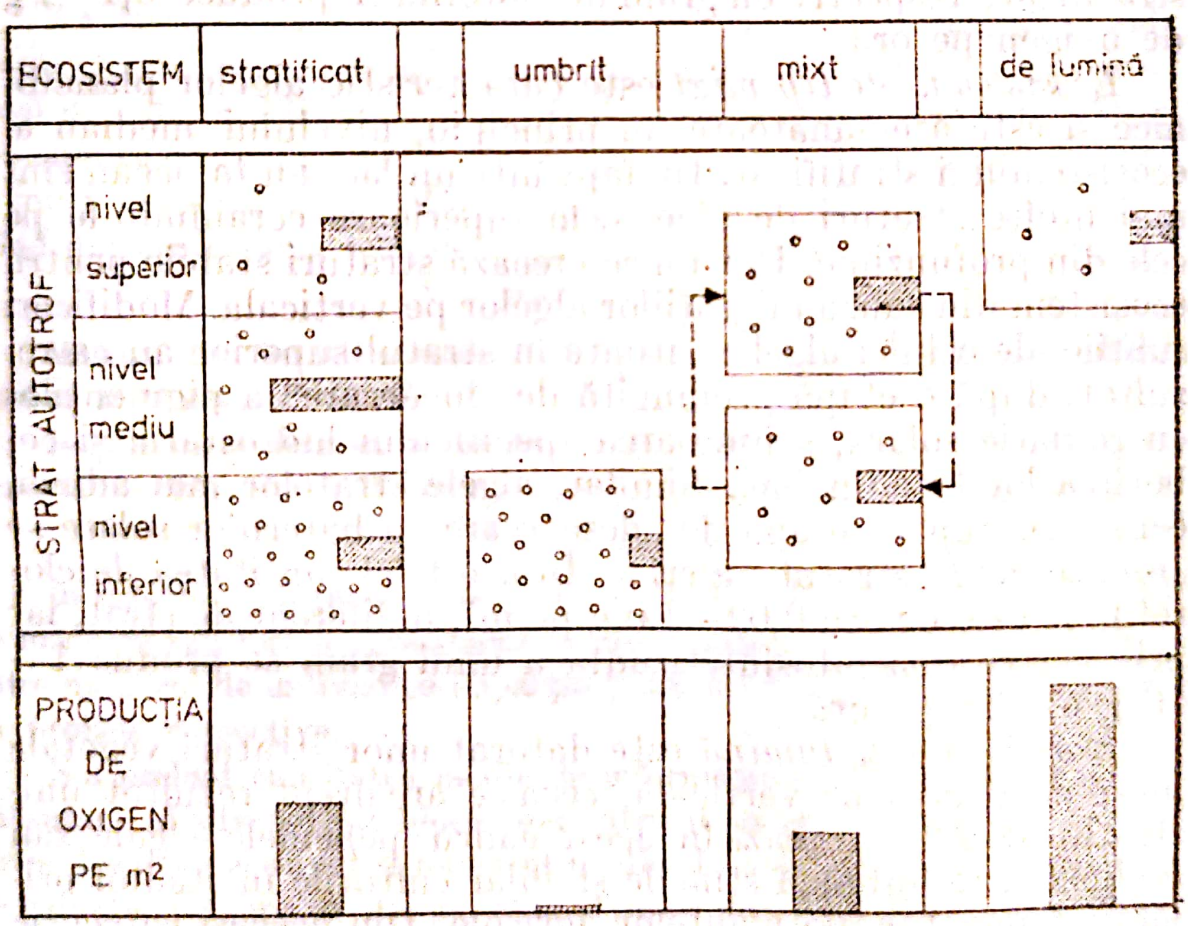


Fig. 22 Tipuri de ecosisteme după cantitatea de clorofilă pe m² (coloane orizontale). Prin puncte s-a figurat proporția de granule clorofiliene, iar prin coloanele verticale producția de oxigen corespunzătoare cantității de clorofilă pe m².

Scanned with OKEN Scanner

de vedere al cantității de clorofilă. În medie, pentru toate nivelurile la un loc, un ecosistem stratificat prezintă cca 0,4—3,0 g de clorofilă A pe m^2, iar un gram din aceasta produce 0,4—4,0 g oxigen pe oră.

Ecosistemele de tip umbrit prezintă stratul autotrof cu un singur nivel și aceasta corespunzător în privința cantității de clorofilă A față de nivelul inferior din ecosistemul stratificat. Situația este specifică plantelor subacvatice în timpul iernii (prin ecranarea cuverturii de gheață), cît și culturilor de laborator menținute la o lumină puțin intensă. Cantitatea de clorofilă *A* extrem de redusă (0,001—0,5 g pe m^2) corespunde însă unui număr extrem de mare de cloroplaste (granule clorofiliene). Corelația citată este specifică adaptării plantelor la condiții de umbrire. Activitatea fotosintetică este în consecință scăzută pe m^2 de circa 4 ori față de ecosistemul stratificat, respectiv un gram de clorofilă A produce 0,1—1 g de oxigen pe oră.

Ecosistemul de tip mixt este caracteristic algelor planctonice și este asemănătoare, în principiu, nivelului median al ecosistemului stratificat. De fapt într-un lac sau în ocean sînt mai multe straturi de alge, cele superioare ecranîndu-le pe cele din profunzime. Dar nu se creează straturi stabile pentru ecosistem din cauza migrațiilor algelor pe verticală. Modificări subtile ale celulei algelor situate în stratul superior au ca rezultat, după o etapă prelungită de „încărcare" a pigmenților cu radiație solară, schimbarea specificului hidrostatic și coborîrea lor în adîncime. Similar, algele stratelor mai adînci, ecranate, după o etapă de „descărcare" a bateriilor solare se „reîncarcă" în stratul superior. În acest fel cantitatea de clorofilă *A* este de cca 0,02—1,0 g pe m^2, indiferent de strat, iar prin activitatea fotosintetizantă a unui gram se produc 1—10 g oxigen pe oră.

Ecosistemul de lumină este datorat unor straturi vegetale puțin dezvoltate pe verticală, ceea ce are drept rezultat unistratificarea. Se citează în acest cadru peliculele algale sau de licheni ce îmbracă stîncile și chiar culturile în stadiul primelor frunzulițe ale plantelor agricole. Din aceeași categorie fac parte și culturile experimentale expuse la lumină intensă. Rezultatul se materializează în realizarea unei cantități clorofiliene similare, în mare măsură, nivelului superior al ecosistemelor stratificate. Se înregistrează astfel o cantitate de

Scanned with OKEN Scanner

0,01—0,60 g pe m² de clorofilă A, activitatea fotosintetică a unui gram producînd pe oră între 8 și 40 g oxigen.

Structura ecosistemului după diversitatea biocenotică. Prin diversitate pentru o biocenoză se înțelege în general raportul numărului de indivizi față de numărul de specii sau cu alte cuvinte cîți indivizi in medie, pentru toate populațiile, revin la o singură specie. În natură se constată mari variații ale diversității sistemelor ecologice. Se consideră că, în principiu, ecosistemele cu diversitate maximă sînt reprezentate de asociațiile coraliere în ocean, iar terestru de pădurile pluviatile ecuatoriale. Într-un astfel de caz se constată un număr mare de specii reprezentate proporțional prin puțini indivizi. Situația extremă se intîlnește pentru ecosisteme simplificate ca număr de specii (de exemplu agrosistemele și ecosistemele cavernicole).

S-a încercat măsurarea diversității în diferite modalități ținînd seama de cele două mărimi implicate: numărul de specii (S) și numărul total de indivizi (N). E. Odum recomandă indici simpli ai diversității biocenotice de tipul: $S/\lg N$ sau $S/\sqrt{N}$. O modalitate de măsurare care a trezit mult interes o datorăm lui Fisher, Corbet și Williams constînd din următoarea relație:

$$S = x \ln(1 + N/x)$$

Măsura diversității o reprezintă x notată drept indicele lui Fisher, Corbet și Williams.

De un mare interes se bucură mai ales în ultimile două decenii ecuația lui Shannon și Weaver privind cantitatea medie de informație:

$$I = \Sigma p_i \cdot \lg_2 p_i$$

în care p_i reprezintă probabilitatea speciei i în biocenoză, ceea ce se măsoară sub forma abundenței speciei respective adică prin raportul între numărul de indivizi ce-i aparțin și numărul total de indivizi găsiți în probele respective.

S-a preluat cantitatea medie de informație (I) drept un indice de măsurare al diversității biocenozei întrucît există o corelație strînsă între mărimea acestuia și numărul mediu de indivizi pe specie. Astfel, în situația în care există un număr mare de specii reprezentat prin valori echilibrate ale numărului de indivizi, cantitatea de informații este mai mare decît în cazul unui număr mic de specii, dintre care unele cu număr proporțional foarte mare de indivizi, iar altele cu un număr foarte mic.

Scanned with OKEN Scanner

Ne putem întreba, în mod justificat, ce semnifică din punct de vedere funcțional, pentru ecosistem, mărimea diversității biocenotice? Întrebarea este datorată și imensității numărului de indici ce se pot obține pentru ecosistem din combinarea măsurătorilor concrete. Or, din această multitudine, e drept parțial studiată, foarte puține se dovedesc a fi eficiente în privința înțelegerii modului în care funcționează părțile ecosistemului sau se încadrează într-un întreg unitar sistemic.

De fapt, diversitatea biocenotică măsoară dintre cele două categorii de funcții citate un aspect mai puțin edificat pe alte căi și anume concordanța integrativă a părților având ca rezultat *echilibrul ecologic*.

Echilibrul ecologic este o problemă majoră a contemporaneității și în aceeași măsură parțial cunoscut teoretic, ceea ce face ca, practic, omul să nu dispună încă de modalități certe de operare sistemică asupra naturii, decît în foarte puține cazuri și atunci printr-un concurs favorabil de împrejurări.

Dintre rezultatele obținute în această direcție merită să menționăm intuiția lui A. Thienemann (1925) în privința schițării tipurilor fundamentale de echilibru ecologic din natură. Această tipologie s-a reconfirmat în ultimile două decenii prin analiza informațională a diversității biocenotice. Cercetătorul citat notează existența a două categorii de echilibre ecologice încadrate de el în cîte un principiu care îi poartă numele.

Echilibrul ecologic conform principiului I al lui A. Thienemann este cazul tipic pentru ecosistemele planetei, avînd în consecință o largă repartiție. Îi sînt caracteristice biocenoze cu o mare complexitate de specii și totodată cu un număr echilibrat de indivizi. Aceasta înseamnă că nu se înregistrează excese numerice pentru una sau alta dintre populații. Multitudinea speciilor se traduce de fapt printr-un număr sporit de verigi trofice și totodată prin controlul mărimii fiecărei populații prin mai mulți prădători și paraziți. Diminuarea cantitativă sau dispariția chiar a unei populații nu reprezintă astfel un factor perturbator, pentru că biocenoza controlează în continuare populațiile sale prin multiple legături trofice. Pe aceste căi fiecare populație este menținută constant într-o

Scanned with OKEN Scanner

zonă limitată de variație numerică, fără dezvoltări sau scăderi excesive.

În această categorie de echilibre ecologice se încadrează pădurile ecuatoriale și recifele coraliere ca și alte ecosisteme, de obicei din zonele calde ale globului, bogate în specii.

Echilibrul ecologic conform principiului II al lui A. Thienemann se realizează cu concursul unui factor (sau complex) cu acțiune de barieră. În astfel de condiții se selecționează puține specii capabile a trăi în arealul respectiv. Speciile (și populațiile respective) sînt inegale în privința capacității de utilizare a resurselor mediului, cît și din punctul de vedere al prolificității. Pe calea acestor specificități resursele mediului se împart la rîndul lor inegal, în sensul că puține specii din total vor fi reprezentate prin excese numerice, în timp ce restul se înregistrează prin indivizi rari sau foarte rari în mediu.

Structura respectivă, aparent neechilibrată, se conservă însă tocmai prin acțiunea factorului (factorilor) de barieră. Înlăturarea acestuia (acestora) are ca rezultat tulburarea echilibrului citat, imigrarea masivă de viețuitoare și stabilirea unui echilibru nou, conform primului principiu Thienemann.

Diferențele în privința diversității biocenotice pentru cele două tipuri de echilibru sînt vădite. Să ne oprim numai asupra unui exemplu pentru fiecare caz în care sînt implicate aproximativ zece specii într-un sistem ecologic.

Studiind populațiile de moluște din lacul Tchad din Africa centrală, deci numai o parte din biocenoza bentonică a lacului, J. Daget, C. Lecordiert și C. Leveque constată o proporție numerică între specii corespunzînd echilibrului de tip I Thienemann. Astfel cea mai numeroasă specie cuprinde 53% din totalul indivizilor, următoarea 29%, cea de a treia 7%. Se observă, deci, o împărțire echilibrată a indivizilor pe specii. Autorii arată că în ansamblu populația de moluște înregistrează o cantitate de informație de 2,46 biți. Pe de altă parte, într-un ecosistem cavernicol („Peștera lui Adam"), aparținînd echilibrului de tip II Thienemann, V. Decu și M. Tufescu constată că biocenoza planșeului cuprinde în medie 0,443 biți din cauza inegalității numerice dintre specii. Astfel, cea mai numeroasă cuprinde 97% din

totalul indivizilor, următoarea numai 2,4%, cea de a treia 0,3%, etc.

S-ar putea trage concluzia preliminară că, la un număr egal de specii (în jur de zece), cantitatea de informație dintr-un ecosistem cu echilibru de tip I Thienemann este de 5—6 ori mai mare decît pentru tipul II.

Ne putem întreba de ce dispersia biocenozei o corelăm cu situația de echilibru a întregului ecosistem. Nu cumva neglijăm biotopul sau mediul abiotic?

Deși pare surprinzător, acesta nu este trecut cu vederea. Mediul abiotic este implicat în diversitatea biocenotică prin însuși faptul că factorii săi stimulează inegal mărimea populațiilor, ceea ce creează anumite raporturi specifice oglindite tocmai de indicii studiați. Subliniem și cu această ocazie diferența dintre metoda integrativă de abordare ecologică a ecosistemului și metodele sistematicii, fizicii sau chimiei.

MODIFICĂRILE ORGANIZĂRII ECOSISTEMULUI ÎN TIMP se pot produce reversibil, ciclic, sau ireversibil în sensul schimbării caracteristicilor sale într-o anumită direcție în mod progresiv. *Transformările în care ecosistemul trece periodic printr-un număr de stări sînt desemnate în ecologie prin termenul de dinamică a sa. Totodată schimbarea progresivă a caracteristicilor sale într-o anumită direcție, ceea ce implică treptat trecerea de la un ecosistem la un alt ecosistem, este cunoscută sub numele de succesiune.* Să analizăm cele două aspecte diacrone ale ecosistemului.

Dinamica ecosistemului se datorește modificărilor ciclice ale unor factori componenți. Foarte schematic se poate nota faptul că primar se schimbă unul sau mai mulți factori abiotici, ceea ce are drept rezultat declanșarea unor modificări ale celorlalte componente ecosistemice după principiul reacției în lanț. Acest caracter este datorat multiplelor relații de tip cauză-efect ce se stabilesc între componentele ecosistemului și care, în ansamblul lor, se pot descrie sub forma unei rețele de determinări ce asigură unitatea sa sistemică. Astfel, orice acțiune asupra unui subsistem are repercusiuni mai mari sau mai mici în întreg sistemul.

Factorul primar declanșator al unor modificări ciclice pentru ecosistem este datorat diferenței de intensitate radiantă solară atît în cursul a 24 de ore, prin rotația Pămîntului în jurul axei sale, cît și în cursul unui an, prin rotația

planetei în jurul Soarelui. Se constituie astfel două categorii de schimbări ciclice descrise prin termenii de *ciclu nictemeral* și *dinamică sezonieră*.

În primul caz, modificările primare avînd un ciclu scurt, de 24 ore, nu determină schimbări în componența biocenozei, ci oferă numai etape favorabile manifestării unui grup sau altuia de populații, toate fiind însă prezente în mediu. Tipic este cazul activității diferențiate a păsărilor răpitoare. Formele din ordinul *Falconiformes* (hreți, șorecari, vulturi, șoimi) sînt răpitoare de zi față de cele din ordinul *Strigiformes* (bufnițe, ciufi, huhurezi) care sînt răpitoare de noapte. Clasificarea citată este parcă făcută după criterii ecologice ținîndu-se seama de ritmul nictemeral diferit.

Între fluturi (ordinul *Lepidoptera*) se pot identifica, de asemeni, familii întregi pentru care perioada de activitate individuală este diurnă, crepusculară sau nocturnă. Astfel speciile din familia *Papilionidae* se caracterizează prin zbor predominant diurn al adulților, cele din familia *Pyralididae* — crepuscular, cele din familia *Arctiidae*—diurn și crepuscular, cele din familiile *Noctuidae* și *Notodontidae* predominant nocturne.

Ținînd seama de diferențele în ritmul nictemeral pentru speciile biocenozei, se vor identifica, practic, componente diferite în stare de activitate în diferite etape ale celor douăzeci și patru de ore. Important în primul rînd este faptul că activitatea respectivă face ca din ansamblul rețelei biocenotice un număr de lanțuri trofice să fie excluse ziua sau noaptea. În acest fel, prin lipsa posibilităților de întîlnire între indivizii unor populații cu ritm nictemeral diferit, rețeaua trofică reală este simplificată față de cea posibilă dacă toate populațiile ar fi active simultan. Rezultă că aceleași condiții nutritive pot fi astfel utilizate de un număr mai mare de populații de consumatori.

Pentru cel de-al doilea caz, al modificărilor sezoniere, biocenoza își schimbă atît componența prin excluderea stadiilor active ale indivizilor unor populații, cît și habitusul sau „înfățișarea" prin partajarea stadiului activ al indivizilor în etape diferite de dezvoltare, avînd drept consecință intensități modificate ale productivității biologice.

Termenul de dinamică sezonieră a fost introdus pentru prima dată de către G.E. Nichols (1923), sub numele de „no-

dificări de aspect" (în engleză: *aspection*). Cîţiva ani mai tîrziu (1929) Schackleford a descris şase aspecte pentru zona temperată şi anume: prevernal, vernal, estival, serotinal, autumnal şi hiemal.

Aspectul prevernal, sau de primăvară timpurie, este caracteristic etapei de start pentru vegetaţie, imediat după topirea zăpezii. Aparţine aproximativ celei de a doua jumătăţi a lunii martie şi primei jumătăţi a lunii aprilie.

Aspectul vernal, sau de primăvară, se întîlneşte în a doua jumătate a lunii aprilie şi în cursul lunii mai, cînd predomină culoarea verde în natură.

Aspectul estival, sau de vară, caracterizat printr-un grad accentuat de ariditate, se manifestă în cursul lunilor iunie, iulie şi a primei jumătăţi din august.

Aspectul serotinal, sau de început al toamnei, aparţine aproximativ celei de a doua jumătăţi a lunii august şi primei jumătăţi a lui septembrie, etapă de tranziţie între căldura verii şi pluviozitatea toamnei.

Aspectul autumnal, sau de toamnă, specific prin prezenţa ploilor şi căderea frunzelor plantelor lemnoase angiosperme, se manifestă în a doua jumătate a lui septembrie, în octombrie şi chiar în perioada de început a lui noiembrie.

Aspectul hiemal (sfîrşitul lui noiembrie pînă la prima jumătate a lui martie), caracterizat prin stagnarea producţiei primare şi în general prin reducerea activităţii vieţuitoarelor.

Succesiunea ecosistemului este cauzată de modificările treptate ale biotopului şi biocenezei, ceea ce culminează prin înlocuirea lor cu un alt ecosistem. Astfel de transformări sînt specifice atît unor condiţii de pionerat pentru sistemele ecologice ale planetei, cît şi pentru ecosisteme evoluate ca funcţionalitate reglatoare. În acest din urmă caz se pot încadra modificările ecosistemelor silvice şi stepice din ţara noastră în etapa postglaciară prin oscilaţiile climatice.

De obicei pornind de la situaţia de populare a unui teritoriu pînă la atingerea stadiului de ecosistem stabil, se trece prin mai multe etape de transformare a ecosistemului primar. Aceste *succesiuni repetate pînă la atingerea unui ecosistem cu o organizare stabilă şi de durată poate fi numită serie.* Termenul a fost introdus iniţial de către Phillips (1930) în desemnarea succesiunii asociaţiilor de plante, iar Weaver

Scanned with OKEN Scanner

și Clemens (1929) au denumit *climax comunitatea stabilă rezultată în urma succesiunilor*. Dealtfel Clements (1916) este și inițiatorul conceptului de *succesiune*, inițial aplicat numai pentru evoluția comunităților vegetale. Ulterior, mai ales prin tratatul lui E. Odum (1959), conceptele de succesiune, serie și climax au fost generalizate pentru întreg ecosistemul, și au devenit fundamentale pentru ecologie.

Pentru a ilustra cazul *stabilirii unui ecosistem primar* pe un teren complet lipsit anterior de viață, ca și situația succesiunilor sale pînă la climax vom urma exemplul lui Dammerman (1948) care a studiat repopularea insulei Krakatau după erupția catastrofală a vulcanului din 1883, care a distrus orice urmă de viață. Expedițiile ulterioare acestui an au constatat, pînă în 1934, recolonizarea insulei pasiv sau activ cu speciile caracteristice zonei climatice respective. Imigrarea acestora pe insula vulcanică pustie ca și transportul pasiv s-a făcut din insulele Sumatra (situată la peste 40 km depărtare) și Jawa (la peste 24 km depărtare). La cincizeci și unu de ani după erupție, jungla se reconstituise, numărul de specii pe insulă fiind de 880, dintre care patru mamifere, treizeci de păsări și șase reptile (inclusiv pitonul).

Utilizînd datele lui Dammerman, am alcătuit fig. 23 reprezentînd evoluția numărului de specii înregistrat între 1883 și 1934 pe insulă. Se observă că procesul s-a desfășurat pe baza unei creșteri logistice, reprezentată prin mai multe etape cu ritmuri diferite, dar finalizîndu-se cu atingerea unui

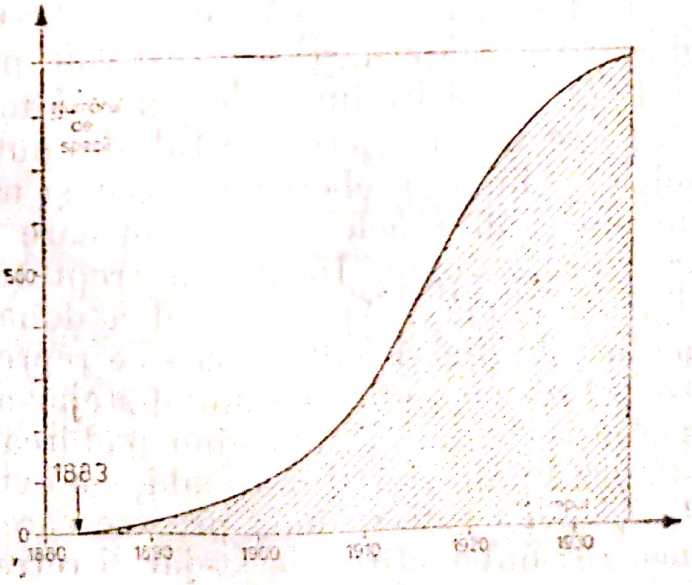


Fig. 23 Popularea biologică a insulei Krakatau după erupția din 1883.

nivel numeric care se păstrează constant. Realizîndu-se, în 1934, această fază a numărului de specii ce asigură exploatarea eficientă a teritoriului și conferă zonei un echilibru ecologic se poate considera că s-a constituit un ecosistem stabil, de climax. Pe altă cale, respectiv prin analize biogeografice comparative cu ecosistemele din insulele limitrofe, Dammerman ajunge practic la aceeași concluzie. Și totul a pornit de la un ecosistem primar constituit din suprafața răcită a lavei, cîteva fire de iarbă și un păianjen, cît au găsit primii exploratori după un an de zile de la erupție.

Seria de succesiuni pentru insula Krakatau este *primară*, întrucît pornește de la un teritoriu nepopulat. O astfel de serie impune inițial constituirea unor comunități biotice și transformarea treptată a mediului abiotic într-un biotop, compatibil cu manifestarea vieții. Biocenoza primară este alcătuită de obicei din specii euribionte, numite *specii pionier*, întrucît prezintă largi capacități biotice. Ele pregătesc biotopul capabil de a menține existența unor specii ulterioare, specializate ecologic.

Se cunosc însă și *serii secundare*, pornind de la ecosisteme în fază de climax, dar care intră în succesiune din cauza modificării, de exemplu, a climei zonei respective. Vom exemplifica acest caz prin studiul clasic al lui E. Pop (1932) privind reconstituirea componenței și condițiilor de viață ale pădurilor din Munții Apuseni, realizate prin analiza polinică. Acest mod de lucru presupune recunoașterea speciilor de plante prin analiza polenului fosil conservat în straturile de turbă.

E. Pop constată că, acum 12 000 ani, după retragerea ghețarilor cuaternari, se constituie primele păduri între 290 și 1 600 m altitudine, alcătuite dominant din pin și cîteva alte specii forestiere, destul de puține (molid, mesteacăn, salcie). Clima „preboreală", rece și uscată, a impus pădurile de pin și în zonele de deal în care astăzi găsim păduri cu frunze căzătoare. Încălzirea treptată a modificat însă stadiul de climax. Apare astfel a doua fază, cea formată din păduri de pin și molid, ceea ce reprezintă o tranziție spre a treia fază de păduri de molid-stejar-alun. Acum 8 000 de ani pădurea de molid, înlocuind pădurea de pin din prima fază, datorită unui climat mai cald, s-a extins pînă în zona de dealuri, apoi a suferit două procese care au condus la succesiunea sa: îmbogățirea cu stejar și retragerea sa spre altitudini

Scanned with OKEN Scanner

mai mari. S-ar fi stabilit poate un climax, dar clima s-a modificat răcindu-se din nou și devenind umedă, de factură atlantică. Ei îi este caracteristică faza de carpen. Pădurile de carpen au alcătuit astfel o zonă forestieră altitudinal similară cam cu cea actuală de fag, despărțind stejăretele de dealuri de pădurile de molid montane. Procesul de schimbare a climei continuînd, cam de acum 3 000 de ani în urmă, s-a instalat faza fagului. Pădurile de fag s-au extins venind din vestul Europei pînă în țara noastră, ocupînd zona altitudinală dintre molidișuri și stejărete.

Analize ulterioare de polen efectuate de către *E. Pop* au demonstrat că cele cinci faze de climax forestier sînt caracteristice întregului spațiu carpatic și anume: faza pinetului arid și rece, faza de trecere molidiș cu pin, faza molidișului cu stejar și alun, faza cărpinișului și faza făgetelor.

Pentru a exemplifica seria de succesiuni a unui ecosistem concret am reprezentat în fig. 24 evoluția componenței pădurii de la sud de Cluj-Napoca după datele analizelor polinice ale lui E. Pop (1932). În grafic au fost surprinse trei dintre cele cinci faze de climax citate mai sus și anume: încheierea fazei a III-a (molidiș cu alun), faza a IV-a (cărpiniș) și faza a V-a cu două subfaze: făget și făget cu mesteacăn.

Desigur că imaginea prezentată în privința succesiunilor forestiere carpatice este parțială din punct de vedere ecologic. Au fost numai schițate condițiile climatice și componența producătorilor primari lemnoși lipsind însă date asupra celorlalte condiții ale biotopului cît și asupra producătorilor primari ierboși ai consumatorilor și descompunătorilor. Prezentarea tuturor acestor aspecte implică însă o complexitate care ar cere un spațiu mult prea amplu și ar depăși cerințele lucrării. Aspectele citate permit însă reconstituirea procesului de evoluție prin succesiuni a ecosistemelor care, în fiecare fază, prin condițiile specifice mediului impun o anumită componență de climax biocenotică.

Putem trage concluzia că ecosistemul prezintă atît o organizare specifică, cît și o modificare continuă a organizării sale ca efect al funcțiilor sale de reglaj. Întrucît problemele structurilor ecosistemului au fost analizate sincron și diacron, în capitolele următoare ne vom opri asupra a două funcții ale sale extrem de importante teoretic și practic: reglarea numerică a populațiilor biocenozei și productivitatea biologică.

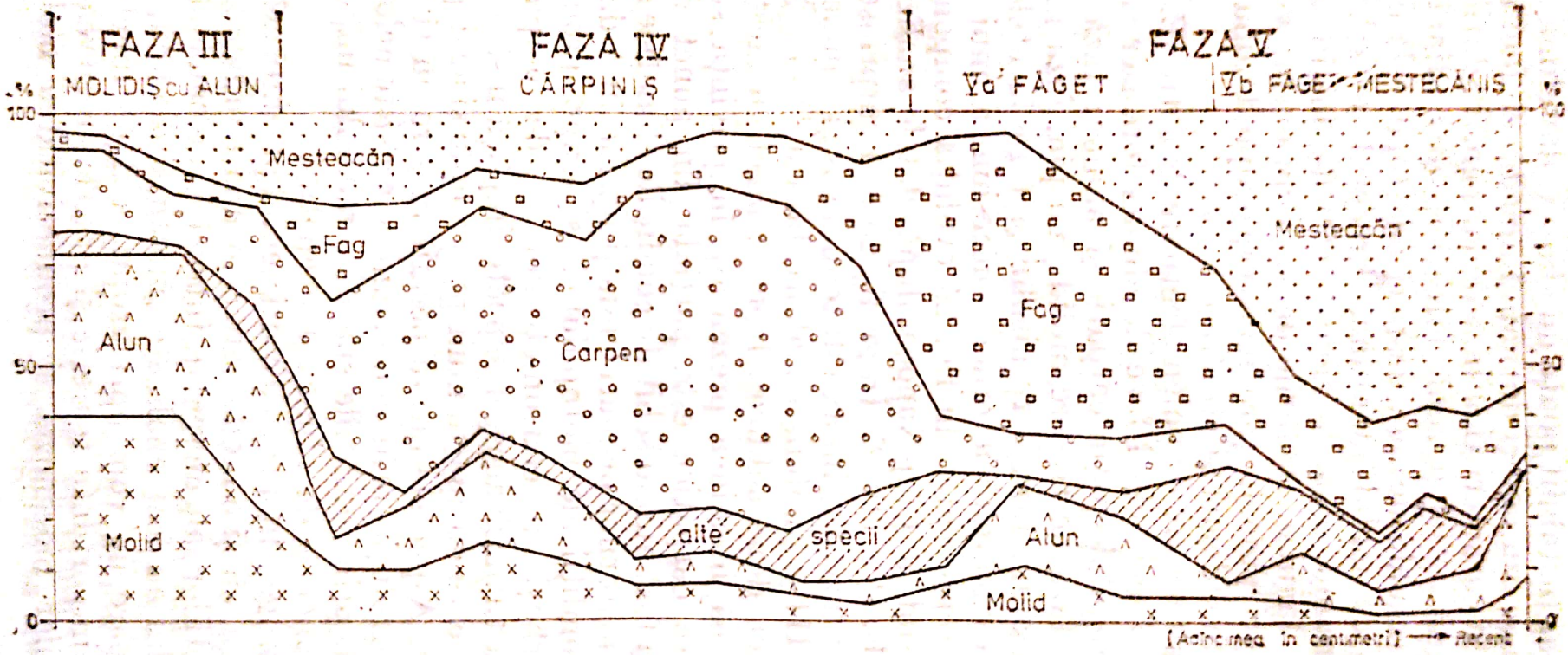


Fig. 24 Succesiuni ale pădurii de la sud de Cluj-Napoca.

ECOLOGIA DEMOGRAFICĂ

Deși format din elemente componente foarte diferite (populații biologice și condițiile lor de viață) între care nu se evidențiază aparent legături, ecosistemul se comportă totuși ca un sistem cibernetic capabil să se autoregleze. Unul dintre argumentele fundamentale în acest sens îl reprezintă constanța nivelului numeric al populațiilor biocenozei, atîta vreme cît nu se modifică faza de climax a ecosistemului.

Studiul modificărilor sau dinamicii numerice a uneia sau mai multe populații este realizat prin știința numită demografie de la cuvintele grecești *demos* = popor și *graphe* = descriere. Demografia umană este definită în dicționarul de specialitate al Națiunilor Unite ca „știința avînd drept obiect studiul populațiilor umane și tratînd mărimea, structura și evoluția caracteristicilor lor generale abordate mai ales din punct de vedere cantitativ". În cadrul acestui capitol ne vom ocupa numai de problemele *ecologiei demografice* la populațiile biologice din ecosistem.

Termenul de demografie este datorat lui Achille Guillard, fiind introdus în literatura de specialitate prin lucrarea sa apărută la Paris, în 1855. El a fost oficializat pentru un număr important de țări prin Congresul internațional de la Geneva (1882).

Evidențe asupra unor manifestări numerice deosebite pentru populațiile biologice există din cele mai vechi timpuri. Civilizațiile vechi (sumeriană, egipteană, chineză, ebraică) au înregistrat în mituri și texte religioase mențiuni privind apariția în masă a unor dăunători de tipul rozătoarelor sau lăcustelor.

Una din cele mai vechi mențiuni, dacă nu prima, de factură științifică, privind procesul ivirii în masă a unor organisme este datorată umanistului român *Nicolaus Ola-*

Scanned with OKEN Scanner

hus sau *Olaus Magnus*. În călătoria sa prin Țările de Jos, el strînge date despre specificul vieții populațiilor nordice publicate apoi în lucrarea *Historia de gentibus septentrionalibus* (1555) („Istoria națiunilor nordice"). Aici se află și prima relatare privind migrația lemingilor din Norvegia, proces care a constituit pînă în zilele noastre un subiect predilect de studii pentru ecologia demografică. Lemingii sînt rozătoare trăind în zonele nordeuropene, groenlandeze și canadiene, care înmulțindu-se masiv în ani prielnici și epuizînd resursele de hrană migrează în număr mare spre vest, înecîndu-se în mare. Ei sînt urmăriți de hermine și vulpi care îi vînează. Întreg acest tablou este prezentat scrupulos de către compatriotul nostru care arată că fiind foarte numeroși „în zile de furtună cad (în mare) ca fulgii de zăpadă".

Referirile și studiile privind aspectele numerice ale populațiilor biologice sînt extrem de abundente de la Olaus Magnus pînă astăzi. Celebră este, de exemplu, lucrarea lui Thomas R. Malthus (1798) intitulată „Un eseu asupra populației în măsura în care ea afectează dezvoltarea viitoare a societății" *(An essay on the principle of population as it affects the future improvment of society)*. Dacă din punctul de vedere al implicațiilor sociale aceasta reprezintă opinia claselor potentate englezo de la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, pentru populațiile biologice ea oferă prima încercare importantă de teoretizare a dezvoltării lor numerice. Citățm apoi contribuțiile lui P.F. Verhulst (1838), R. Pearl și L. Reed (1920), G.F. Gause (1932) în elucidarea modelului matematic și al concretizării sale în creșterea logistică a populațiilor. Ch. Elton (1924) analizează aparițiile în masă sau „exploziile numerice" ale populațiilor de lemingi, R. Chapman (1938) relevă „rezistența" mediului în dezvoltarea numerică a viețuitoarelor, W.C. Allee (1926) și ulterior D. Lack (1948) arată rolul mărimii sistemului populațional în procesele de reglaj. Un aport în acest sens este datorat și cercetărilor lui H.G. Andrewartha și L.C. Birch (1954), M.E. Solomon (1958), F. Schwerdtfeger (1958), A.J. Connell (1961), V.C. Wyne Edwards (1965), J.T. Tanner (1966), J.A. Wiens (1966), D. Chitty (1967), H.S. Horn (1968), D. Pimentel (1968), ca și celor două congrese de dinamică a populațiilor biologice din S.U.A. (1957) și Olanda (1970).

Din vastul domeniu al ecologiei demografice vom selecta pentru ilustrare numai două probleme care focalizează, mai mult sau mai puțin, întreaga tematică și anume: caracteristicile cantitative și teorii ale reglajului numeric pentru populațiile biologice, ambele în sprijinul prognozei. Trebuie să menționăm importanța practică deosebită a ecologiei demografice pentru folosirea științifică a naturii atît în privința exploatării unor specii sălbatice, prin vînat și pescuit, cît și în lupta împotriva speciilor de dăunători și paraziți ce produc pagube însemnate agriculturii, zootehniei și afectează sănătatea omului.

CARACTERISTICILE CANTITATIVE ALE POPULAȚIILOR biologice sînt surprinse în cadrul studierii structurii acestora. În capitolul referitor la populația biologică am arătat cîteva elemente ale structurii sale care poate fi privită atît spațial, cît și din punctul de vedere al grupelor constitutive ca vîrstă, sex (forme reproductive), dimensiuni, variabilitate morfologică. Numeric, fiecărei populații biologice îi este specifică o valoare anumită a abundenței, densității sale medii, efectivului și frecvenței în funcție de factorii de mediu care o reglează. Dincolo de aceste elemente menționate se impune a prezenta și conceptele de cohortă, generație, tabelă de mortalitate, curbă de supraviețuire și rată intrinsecă de creștere.

Cohorta și generația sînt subdiviziuni esențiale demografic în studiul populației biologice.

În demografia biologică, prin *cohortă* se înțelege totalitatea indivizilor unei populații care trăiesc într-un interval de timp același eveniment, ca de exemplu nașterea, atingerea diferitelor stadii (inclusiv maturarea reproductivă) și moartea. Termenul latin de *cohorthis* înseamnă „o curte împrejmuită cu gard cu toate animalele dinăuntru". S-a preluat apoi, în evoluția semantică a cuvîntului, mai ales sensul figurativ al său, reprezentînd un grup de indivizi umani sau animali. Este cunoscut dealtfel termenul militar roman de cohortă, reprezentînd o trupă de circa 400 de oameni, respectiv a zecea parte dintr-o legiune.

Generația este o cohortă de tip special pentru care evenimentul comun îl reprezintă nașterea relativ sincronă a indivizilor constituenți.

Scanned with OKEN Scanner

Cohortele unei populații biologice se identifică de obicei după specificul morfologic al indivizilor. La multe specii, principalele stadii de vîrstă diferă ca înfățișare a indivizilor. Acest fapt este datorat dezvoltării lor prin metamorfoză. Este astfel cunoscut cazul broaștei de lac pentru care se recunosc următoarele stadii: ou, larvă caudată, apodă cu branhii externe, larvă caudată, apodă cu branhii interne, larvă caudată cu perechea posterioară de picioare, larvă cu ambele perechi de picioare, iar coada regresată, individ adult acaudat.

Pentru alte categorii de populații biologice la care lipsesc diferențe exprimate între stadii de vîrstă se recurge la identificarea acestora după curba de frecvență. Într-un astfel de grafic, pe abscisă se reprezintă dimensiunile indivizilor din probe, iar pe ordonată numărul sau proporția acestor clase de dimensiuni. Curba obținută exprimă maxime și minime. Cohortele se identifică prin maxime. O astfel de metodă se aplică și pentru cohortele stadiilor unor populații la care etapele dezvoltării individuale sînt exprimate morfologic (fig. 25).

Tabela de mortalitate reprezintă sub o formă condensată modificările prin dispariție de indivizi ai unei cohorte ce pornește de la naștere și își desfășoară viața pe toată durata caracteristică speciei respective, pînă la dispariția ultimului individ. Tabela de mortalitate în ecologie a fost preluată din demografia umană.

Este cunoscut faptul că fiecare națiune realizează la un interval de cinci sau zece ani recensăminte ale populației, ceea ce permite a se trage o serie de concluzii importante în diferite direcții. Pentru populațiile biologice cercetătorul nu are la dispoziție astfel de date și se impune a găsi mijloace specifice de identificare a diferitelor aspecte cuprinse în tabela de mortalitate.

Una dintre cele mai des citate explorări în această direcție este cea a lui E.S. Deevey (1947). Cercetătorul respectiv s-a ocupat de identificarea proporției mortalității și supraviețuirii în funcție de vîrstă, a indivizilor de *Ovis dalli* din populația cantonată în rezervația parcului național MacKinley din Alaska. Metoda lui de cercetare a fost pe cît de simplă, pe atît de ingenioasă. Specia de muflon studiată prezintă modificări anuale ale coarnelor avînd drept rezultat posibili-

Scanned with OKEN Scanner

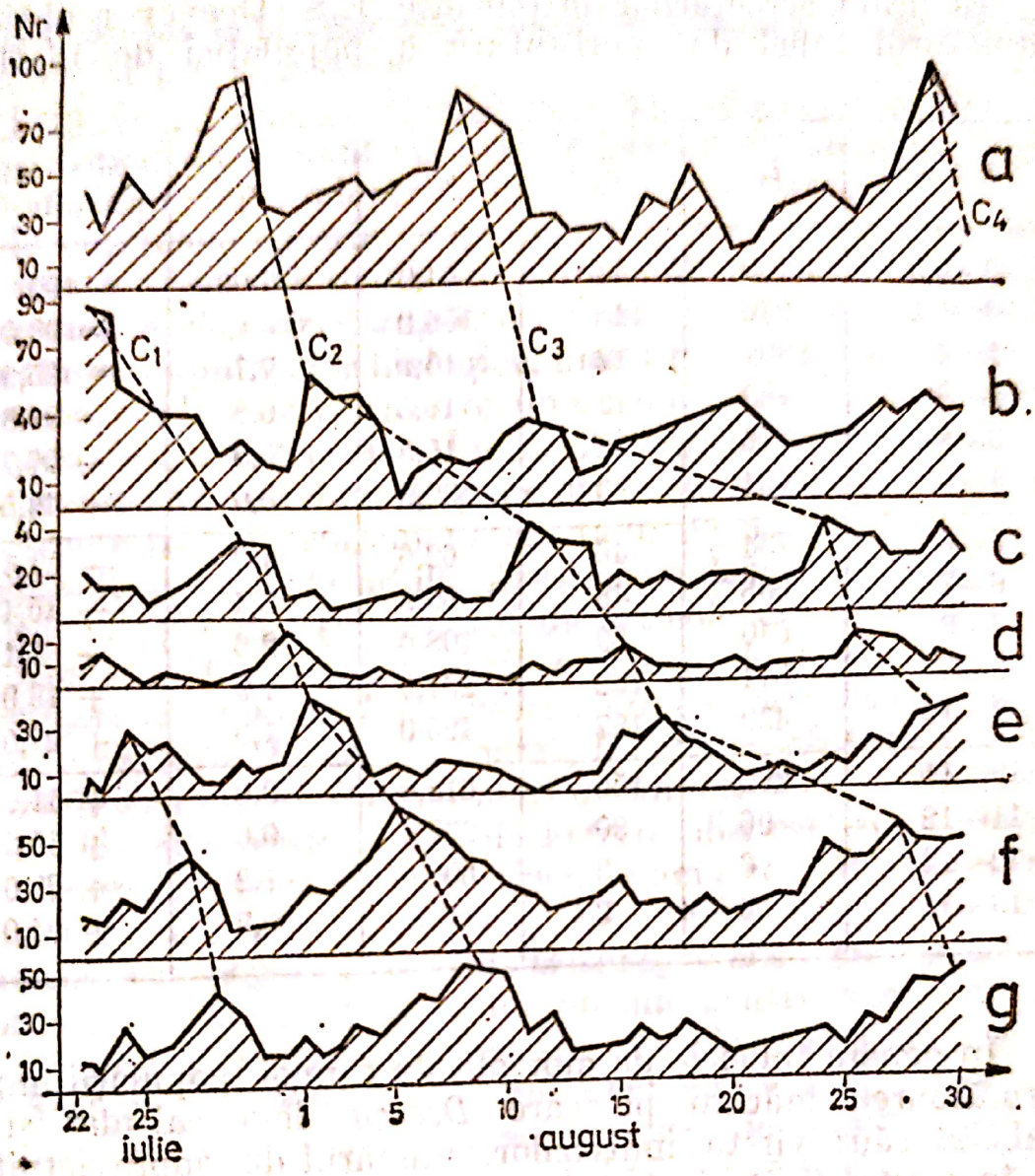


Fig. 25 Dinamica cohortelor (C_1—C_4) într-o populație de crustacei copepozi *(Eudiaptomus)*: **a** — stadiul de ou; **b** — stadiile I și II de nauplius; **c** — stadiile III, IV și V de nauplius; **d** — stadiul VI de nauplius; **e** — stadiile I și II de copepodit; **f** — stadiile III, IV și V de copepodit; **g** — stadiul de adult.

ția de recunoaștere a vîrstei după forma lor. E.S. Deevey a colectat 608 cranii cu coarne din rezervație grupînd exemplarele după vîrsta la care s-a produs moartea individului.

Trebuie să notăm și faptul că vînătoarea fiind interzisă în rezervație moartea indivizilor este datorată cauzelor naturale, în primul rînd a omorîrii muflonilor de către lup.

Scanned with OKEN Scanner

În urma cercetărilor întreprinse, E.S. Deevey a obținut următorul tabel de mortalitate a populației de muflon:

x (ani)	l_x	d_x	q_x	e_x	Abaterea față de e_0 (în %)
0—0,5	1.000	54	54,0	7,06	—100
0,5—1	946	145	153,0	—	— 93,0
1—2	801	12	15,0	7,7	— 85,9
2—3	789	13	16,5	6,8	— 71,8
3—4	776	12	15,5	5,9	— 57,7
4—5	764	30	39,3	5,0	— 43,5
5—6	734	46	62,6	4,2	— 29,5
6—7	688	48	69,9	3,4	— 15,4
7—8	640	69	108,0	2,6	— 1,1
8—9	571	132	231,0	1,9	+ 13,0
9—10	439	187	426,0	1,3	+ 27,0
10—11	252	156	619,0	0,9	+ 41,0
11—12	96	90	937,0	0,6	+ 55,0
12—13	6	3	500,0	1,2	+ 69,0
13—14	3	3	1 000	0,7	+ 84,0

În genere tabelele de mortalitate a unei populații impun următoarele mărimi pe care *Deevey* le-a calculat și în tabelul său: vîrsta indivizilor, numărul de supraviețuitori la începutul fiecărei vîrste, numărul de decese în cursul vîrstei respective, probabilitatea de deces în funcție de vîrstă, speranța de viață în funcție de vîrstă și abaterea față de speranța de viață la naștere. Să analizăm semnificația acestor mărimi.

Vîrsta (x) sau mai corect *clasa de vîrstă este reprezentată de timpul scurs de la naștere și care, pentru unii indivizi biologici, se concretizează prin modificări morfo-fiziologice.* În cazul muflonilor din parcul MacKinley vîrsta se identifică, așa cum notam, după forma coarnelor, fiind înregistrată în ani. Pentru multe specii de nevertebrate la care indivizii prezintă o longevitate de cîteva luni pînă la un an, unitatea de măsurare a vîrstei este ziua. Similar, pentru longevități de

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

cîteva ore (ca la protozoare), vîrsta se măsoară în ore sau în minute, și așa mai departe.

Prin *longevitate se desemnează vîrsta maximă pe care o înregistrează un individ din specia respectivă.* Se observă că *Ovis dalli* prezintă o longevitate de 13—14 ani.

În capitolele anterioare am folosit și o altă noțiune legată de vîrstă — cea de *stadiu de viață, prin care înțelegem gruparea mai multor vîrste după caracteristicile lor comune.* Pentru cercetarea populațiilor biologice, mai ales a speciilor cu metamorfoză, stadiile de viață se recunosc de obicei după morfologia specifică a indivizilor. În fig. 25 arătăm de exemplu că, în dezvoltarea individuală, populațiile de crustacee copepode se caracterizează prin cinci-șase stadii de nauplius, cinci de copepodit și unul de adult. Acestea se deosebesc după numărul de apendice și numărul de articole ale corpului.

Numărul de supraviețuitori în funcție de vîrstă (l_x) este reprezentat de numărul de indivizi dintr-o mie care au atins vîrsta respectivă. În cazul concret, Deevey a găsit că din 608 cranii 487 aveau vîrste mai mari de un an, deci muriseră ulterior. Cu alte cuvinte, 487 de indivizi din 608 supraviețuiseră vîrstei respective. Dacă ținem seama că 608 este corespunzător cu 1 000, atunci $l_1 = 487 \cdot 1\,000/608$ pentru care se obține valoarea de $l_1 = 800{,}98$ sau $l_1 = 801$ care reprezintă numărul de supraviețuitori dintr-o mie pentru vîrsta de un an, obținut și de către *Deevey* (a se vedea tabelul).

Numărul de decese în cursul unei vîrste x (d_x) este diferența $l_x - l_{x+1}$, adică dintre numărul de supraviețuitori dintr-o mie înregistrată la începutul vîrstei respective față de vîrsta imediat următoare. De exemplu, numărul de decese ale indivizilor muflon de un an din exemplul studiat de Deevey este reprezentat prin $d_1 = l_1 - l_2 = 801 - 789 = 12$.

Probabilitatea de deces în funcție de vîrsta x (q_x) se definește ca un raport între valorile corespunzătoare d_x și l_x de înmulțit cu numărul inițial de indivizi, adică o mie: $q_x = 1\,000\, d_x/l_x$. Astfel $q_5 = 46\,000/734 = 62{,}67$

Speranța de viață în funcție de vîrsta x (e_x) semnifică durata medie pe care o are de trăit un individ de vîrstă x. Valoarea sa se calculează astfel:

$$e_x = \frac{1}{l_x}\left[\Sigma l_x - \frac{1}{2}\Sigma d_x\right]$$

De exemplu speranța de viață pentru indivizii de *Ovis dalli* avînd zece ani este:

$$e_{10} = \frac{1}{252}\left[252 + 96 + 6 + 3 - \frac{156 + 90 + 3 + 3}{2}\right]$$

$$e_{10} = 0{,}9166 \text{ sau } e_{10} = 0{,}9$$

Deci muflonii de zece ani, din rezervația MacKinley, mai au în medie 0,9 ani de trăit, ceea ce nu-i împiedică pe unii să atingă vîrsta de 13 ani.

În toate tabelele de mortalitate prima valoare a lui e_x este e_0, reprezentînd *speranța de viață la naștere* care se calculează astfel:

$$e_0 = \frac{1}{l_0}\left[\sum_o^n l_x - \frac{1}{2}\sum_o^n d_x\right]$$

Pentru mufloni valoarea se obține prin diferența între suma coloanei numărului de supraviețuitori și a semisumei coloanei de decese raportată la numărul inițial de masculi, respectiv 1000. Dacă se face suma valorilor deceselor se observă că ea este egală cu numărul inițial de născuți, întrucît, pînă la sfîrșit, toți indivizii din cohortă mor. Adică $\Sigma d_x = l_0$. Deci:

$$e_0 = 0{,}001\ (1\,000 + 801 + 789 + \ldots + 3 - 500)$$

$$e_0 = 7{,}059 \text{ sau } e_0 = 7{,}06$$

Aceasta înseamnă că indivizii din populația respectivă trăiesc în medie 7,06 ani. Valoarea estimează practic durata medie de viață a indivizilor studiați. Abaterile față de aceasta, exprimate procentual pentru fiecare vîrstă, se obțin datorită ecuației: $100\ (x - e_0)/e_0$, prin care s-au calculat valorile din ultima coloană a tabelului lui Deevey. Astfel pentru vîrsta de 9 ani, populația de mufloni de la MacKinley prezintă o abatere față de speranța de viață la naștere de $100\ (9 - 7{,}06)/7{,}06 = +27{,}48$ sau $+27\%$.

Tabelul de mortalitate, prin calculele pe care le implică, se dovedește a fi foarte puțin distractiv pentru cei ce îl alcătuiesc. El reprezintă însă un instrument extrem de util nu numai în estimarea unor aspecte demografice importante pentru studiul populației respective, dar, așa cum vom vedea ulterior, și pentru realizarea de prognoze ale dezvoltării numerice în perspectiva imediată.

Scanned with OKEN Scanner

Curba de supraviețuire și prognoza evoluției mărimii populației sînt corelate în cadrul unui model simplu pe care îl vom prezenta în continuare.

Curba de supraviețuire se construiește în mai multe feluri, exprimînd *reducerea treptată a numărului de indivizi dintr-o cohortă cu naștere sincronă pînă la moartea ultimului dintre ei.* Una dintre modalitățile de reprezentare a curbei presupune înscrierea pe abscisă a timpului *(x)*, iar pe ordonată a valorilor lui l_x.

Analizînd varietatea curbelor de supraviețuire din lumea vie se constată că, în principiu, se pot identifica patru clase (fig. 26):

Tipul I al curbelor de supraviețuire, de factură convexă, este caracteristic populațiilor în care mortalitatea se produce masiv la ultimele vîrste indicate de longevitate. Datele tabelului de mortalitate pentru muflonul din rezervația Mac-Kinley exprimă o astfel de evoluție a lui l_x. Similar se comportă populațiile umane, în general, cît și populațiile de musculiță de oțet *(Drosophila)*.

Tipul II apare ca o diagonală între valorile l_0 și T semnificînd pierderea unui număr constant de indivizi din populație prin mortalitate în unitatea de timp. Acest tip se exemplifică pentru populațiile de hidră.

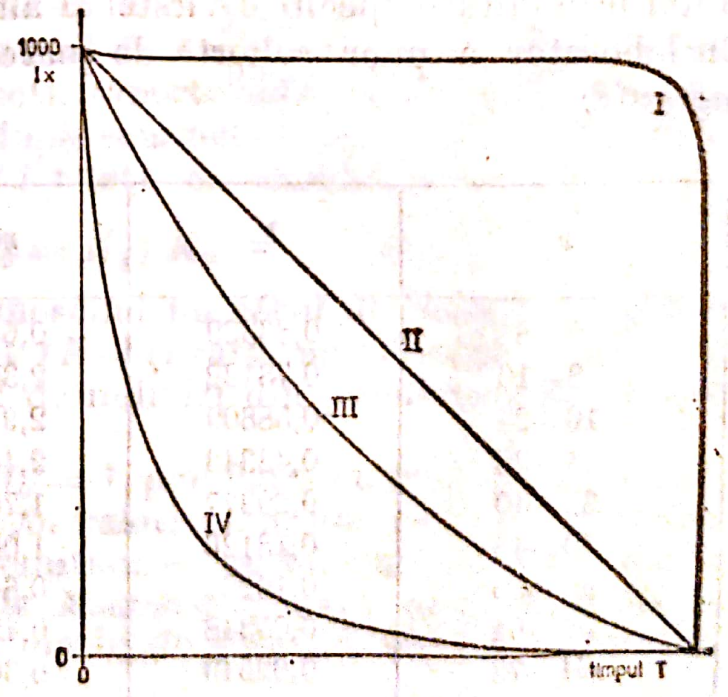


Fig. 26 Tipurile fundamentale de curbe ale supraviețuirii (I — IV); *T* — longevitatea.

Tipul III se caracterizează prin dispariția din populație a unei proporții constante în unitatea de timp, ceea ce face ca valorile l_x să evolueze după o curbă concavă de gradul doi. Astfel se manifestă multe populații de pești, amfibieni (salamandre) și păsări.

Tipul IV este o curbă de supraviețuire cu o concavitate pronunțată datorită mortalității accentuate a indivizilor populației în primele vîrste. S-ar părea că este tipul cel mai des întîlnit în natură, caracteristic unor populații cu prolificitate mare individuală, fără de care șansele lor de supraviețuire ar fi nule.

Pentru prognoza dezvoltării numerice a unei populații, curba de supraviețuire specifică trebuie asociată *ratei fecundității specifică vîrstei* (m_x). Această mărime exprimă *numărul de descendenți (inclusiv sub formă de ou pentru unele specii) produși în unitatea de timp de către o femelă de vîrsta x*. În practică valoarea ratei se identifică prin raportarea totalității descendenților la numărul părinților din aceeași clasă de vîrstă. Întrucît, în general, numărul femelelor și masculilor este egal, valoarea se divide cu doi, pentru a se obține mărimea căutată a ratei fecundității pe femelă.

Iată ce valori s-au obținut în privința supraviețuirii, ratei fecundității specifice vîrstei și altor date prin studierea în laborator a unor cohorte de șoareci din specia *Microtus agrestis*:

x	l_x	m_x	$l_x m_x$
0—8	0,83339	0,6504	0,54210
8—16	0,73132	2,3939	1,75071
16—24	0,58809	2,9727	1,74821
24—32	0,43343	2,4662	1,06892
32—40	0,29277	1,7043	0,49897
40—48	0,18126	1,0815	0,19603
48—56	0,10285	0,6683	0,06873
56—64	0,05348	0,4286	0,02292
64—72	0,02549	0,3000	0,00765

Scanned with OKEN Scanner

Se observă că în tabel valorile lui l_x s-au exprimat în raport de o cohortă inițială egală cu unitatea, fapt necesar pentru calculele ulterioare.

Dacă urmărim coloana valorilor lui m_x sesizăm un aspect interesant și anume că rata fecundității specifice vîrstei crește treptat pînă atinge maximum, apoi scade construind o curbă în formă de clopot mai mult sau mai puțin asimetrică. În adevăr, șoarecii abia la vîrsta de 16—24 săptămîni realizează o rată a fecundității de circa 3 descendenți pe femelă, valoare care se dovedește a fi cea mai mare, anterior și ulterior înregistrîndu-se valori mult mai mici.

Avînd aceste date la îndemînă ne putem propune următoarea problemă. Cunoscînd în populație cîți supraviețuitori sînt întîlniți în funcție de vîrstă și pentru fiecare interval cîți descendenți se nasc în medie pe fiecare supraviețuitor, nu putem face o prognoză asupra mărimii populației în viitorul apropiat?

Demografia ecologică a răspuns afirmativ acestei întrebări prin introducerea în calcul a unei mărimi noi numită: *rata reproducției nete* (R_0). Ea se estimează ca o sumă a produselor $l_x m_x$ pentru toate vîrstele întîlnite din populație, adică $R_0 = \Sigma l_x m_x$

În ultima coloană a tabelului s-a efectuat calculul produsului $l_x m_x$ pentru toate cele 9 vîrste ale șoarecilor studiați. Dacă facem suma valorilor din această coloană obținem $R_0 = 5{,}90424$. Ce semnifică această mărime?

S-a constatat, pe alte căi de studiu demografic, că rata reproducției nete este practic raportul între numărul de indivizi ai aceleiași populații după scurgerea unui interval de timp egal cu longevitatea (T) față de numărul inițial.

Deci: $$R_0 = N_T / N_0$$

Cu alte cuvinte, cunoscînd numărul de indivizi ai populației la un moment dat (N_0) și rata reproducției nete (R_0), putem estima numărul de indivizi din populație după o generație.

În principiu, dacă $R_0 = 1$, populația nu se modifică numeric. În situația că se obțin valori subunitare, populația scade, iar pentru valori supraunitare — crește. Cazului din urmă îi aparține și populația de *Microtus agrestis*, care avînd $R_0 = 5{,}90$ se va mări aproximativ de șase ori după o generație.

Scanned with OKEN Scanner

Rata intrinsecă de creştere a populaţiei (r_m) este socotită de majoritatea cercetărilor de ecologie demografică drept un indice esenţial în caracterizarea unei populaţii. Într-adevăr, în funcţie de calitatea condiţiilor de mediu o populaţie poate să crească, să se menţină constantă sau să scadă. În situaţia în care se întrunesc condiţii optime populaţia creşte numeric de o factură exponenţială. *Rata maximă de creştere numerică într-o unitate de timp infinitesimală pe individ al populaţiei este definită a fi rata intrinsecă de creştere*, r_m:

$$r_m = \frac{dN}{dt} \cdot \frac{1}{N}$$

În condiţii optime, populaţia care creşte exponenţial se supune următoarei reguli de dezvoltare numerică:

$$N_t = N_0 e^{r_m t}$$

Adică, numărul de indivizi la timpul t (N_t) depinde de numărul iniţial (N_0) şi de baza logaritmilor naturali (e) ridicată la puterea $r_m t$.

Am constatat anterior $R_0 = N_t/N_0$. L.C. Birch a utilizat această ecuaţie pentru determinarea valorii lui r_m luînd ca interval de timp (t) longevitatea (T). În acest fel se obţine:

$$\frac{N_T}{N_0} = e^{r_m T} = R_0$$

$$\text{deci: } r_m = \frac{\ln R_0}{T}$$

Ecuaţia lui Birch presupune astfel pentru determinarea lui r_m raportarea valorii, în logaritmi naturali, a ratei reproducţiei nete (R_0) la longevitate (T). Găsim în acest fel încă o utilizare a ratei reproducţiei nete, citate anterior.

Dacă creşterea populaţiei nu este exponenţială, pe calea citată se calculează valori mai mici decît cele ale ratei intrinseci de creştere. Astfel de valori pentru populaţii care nu cresc exponenţial, care se menţin constante sau chiar scad, definesc o altă mărime şi anume *rata actuală de creştere* (r).

Scanned with OKEN Scanner

între cele două rate, r_m apare astfel ca un maxim al lui r. Ambele rate nu reprezintă o modificare numerică a populației, ci sînt mărimi instantanee, estimate prin metode indirecte, imposibil de a se releva prin măsurători directe.

Notăm importanța ratei intrinseci de creștere pentru caracterizarea populației respective. Ea este un indice sintetic care evidențiază capacitatea de creștere numerică a populației rezultată din interacțiunea condițiilor de mediu care în ansamblu se dovedesc a-i fi avantajoase. Reținem însă că interacțiunea factorilor de mediu se realizează pe diferite planuri și impune o complexitate deosebită. Am evidențiat în capitolele anterioare labilitatea acestor factori și schimbarea semnificației lor din punct de vedere ecologic. Astfel se poate ca valori egale pentru r_m să fie datorate unor complexe ecologice diferite. Acesta este și punctul criticabil al utilizării lui r_m în caracterizarea unei populații. Nu este însă mai puțin adevărat, și acesta este punctul forte al concepției folosirii indicelui, că cercetătorul ecolog nu dispune de alte modalități sintetice pentru a nota specificul demografic al populației biologice.

TEORIILE REGLAJULUI NUMERIC POPULAȚIONAL s-au construit în număr destul de mare, de la primele evidențe științifice clare în ecologia demografică de la începutul secolului al XX-lea. Nu le vom prezenta pe fiecare în parte, ci reunite în principalele orientări.

Teoria creșterii logistice s-a dezvoltat la începutul secolului al XX-lea odată cu debutul ecologiei demografice. *R. Pearl* și *L. Reed* (1920) redescoperă și aprofundează ecuația creșterii logistice, inițial analizată cu un secol înainte de P.E.Verhulst (1839). Experimental, G.F. Gause a demonstrat aplicabilitatea acestui model de creștere populațională la protozoare și la drojdii atît în culturi pure, cît și în culturi mixte în care se produc interrelații de tipul concurenței sau prădătorismului. Dealtfel însăși teoria reglajului numeric datorată lui Lotka și Volterra este, în mare măsură, fundamentată pe creșterea logistică a populației.

Teoria creșterii logistice a numărului de indivizi *(N)* într-o populație presupune procese de reglaj ale acesteia. Numărul indivizilor crește după următoarea ecuație (fig. 27):

$$N = K / [1 + e^{a - r_m t}].$$

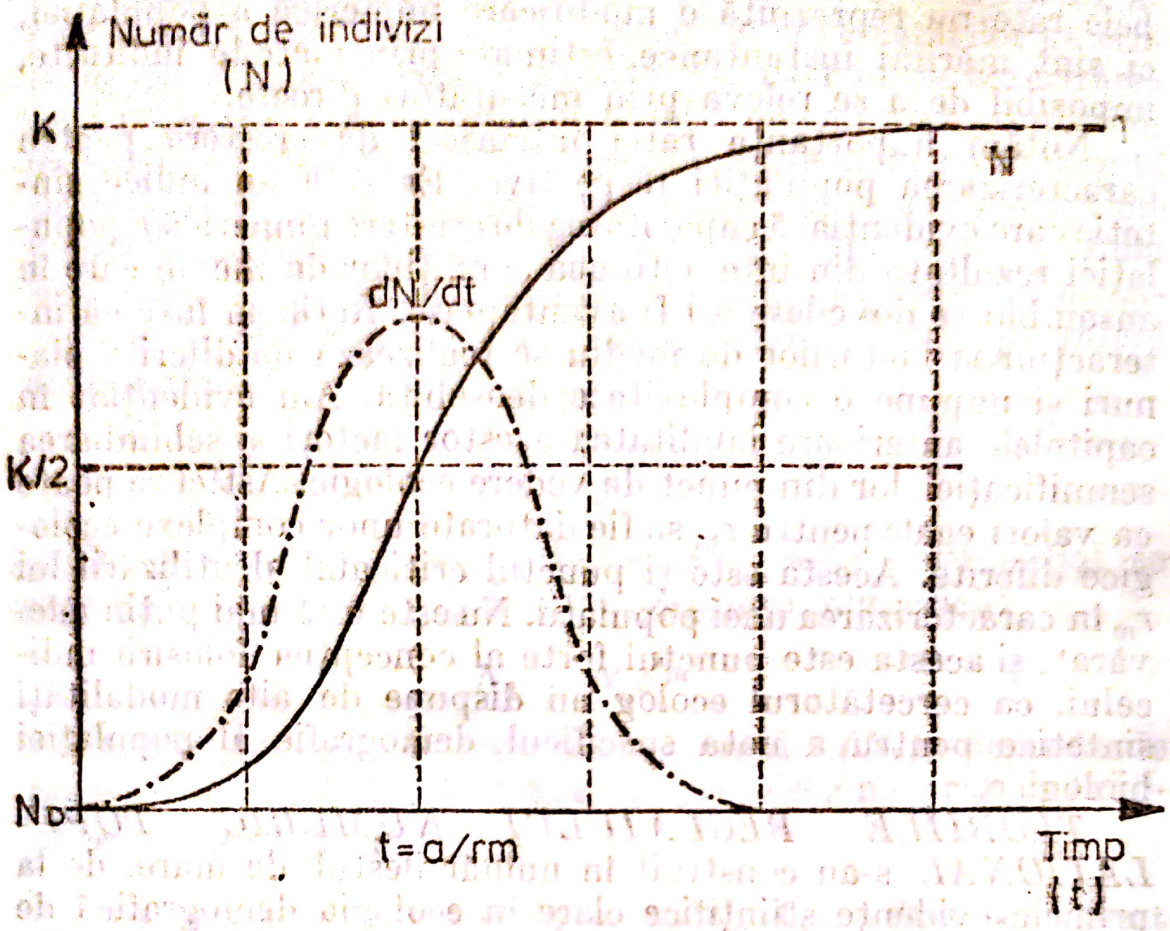


Fig. 27 Curba logistică.

Se observă faptul că evoluția numerică este limitată, atingînd o valoare N maxim $= K$, atunci cînd timpul (t) tinde către infinit. Cu alte cuvinte, sistemul populațional se reglează treptat, micșorîndu-și pînă la anulare rata de creștere. K este numărul maxim pe care îl poate atinge populația „la saturație", prin folosirea întregului spațiu condițiilor de hrană și în general de existență, pe care le oferă mediul.

Celelalte mărimi (e, a și r_m) au mai fost parțial întîlnite anterior, e reprezentînd baza logaritmilor naturali (2,718284...), iar r_m — rata intrinsecă de creștere. Se observă că a este o constantă care se estimează din ecuație ca putere a lui e atunci cînd $t = 0$.

Curba logistică a fost analizată și utilizată în multe experimente de ecologie demografică. O foarte temeinică trecere în revistă a problemelor pe care aceasta le pune atît ca metode de calcul, cît și ca semnificație biologică a diferitelor aspecte o datorăm tratatului lui H.G. Andrewartha și L.C.

Birch intitulat: „Distribuția și abundența animalelor" (1954, 1967).

După cum se observă și din fig. 27, curba logistică este oarecum simetrică de o parte și de alta unui punct de inflexiune avînd coordonatele $t = a/r_m$ și $N = K/2$. Pînă la acest punct N crește de o manieră exponențială, iar de la acest punct scade în mod invers creșterii, respectiv logaritmic.

Rata creșterii numerice în unitatea de timp (dN/dt) evoluează valoric tot simetric prin faptul că punctul de inflexiune reprezintă un maxim. În acest fel se obține o curbă în clopot, cu valoarea maximă la $t - a/r_m$ și cu minimile, de o parte și de alta, egale cu dN/dt=0 pentru t=0 și $t = \infty$. În momentul inițial $(t = 0)$ rata creșterii numerice este zero, întrucît curba lui N are o pantă paralelă la abscisă. La $t = \infty$, panta curbei N este din nou egală cu zero fiind paralele unei linii orizontale de coordonată K.

Ecuația ratei creșterii numerice logistice este:

$$\frac{dN}{dt} = rN,$$

în care r semnifică rata actuală de creștere. Notam anterior că r_m (rata intrinsecă de creștere) este un maxim al lui r (rata actuală de creștere). Acest fapt este concretizat și de relația matematică între cele două mărimi în cadrul creșterii logistice:

$$r = r_m\left(\frac{K - N}{K}\right)$$

Se observă că $r = r_m$ atunci cînd N este egal cu zero, deci spațiul populației este vid. Existența unei singure perechi de indivizi $(N = 2)$ face ca valoarea din paranteză să fie subunitară, reducînd proporțional mărimea lui r_m. Cînd populația a atins valoarea unui efectiv de „saturație" $(N = K)$ în raport cu cerințele pe care le poate oferi mediul, rata actuală de creștere devine nulă. Între N_0 și K, rata actuală de creștere scade deci de la valoarea ratei intrinseci de creștere pînă la zero, ceea ce demonstrează capacitatea de reglaj numeric a sistemului populațional, bazată pe mecanismul biologic al concurenței intraspecifice.

Scanned with OKEN Scanner

Creșterea logistică a mai fost numită și „creștere biologică". Într-adevăr, indivizii biologici cresc, în principiu, dimensional, de la naștere la maturație după o ecuație logistică. Sistemele supraindividuale, așa cum sînt populațiile și grupările de populații(inclusiv bioceneza), nu se comportă însă similar, cu excepția populațiilor de unicelulare. În 1954, după circa două decenii de cercetări asupa evoluției numerice populaționale, A.J.Nicholson demonstrează existența unei tipologii vaste de creșteri numerice în care cea logistică este un caz particular. Similar, H.G. Andrewartha și L.C. Birch (1954), în cadrul unei ample analize teoretice și faptice, relevă limitele teoriei logistice. Prin posibilitățile practice pe care le oferă însă modelul logistic, el a rămas un instrument important al studiilor demografice nu numai asupra situațiilor în care se aplică, ci și prin reduceri și transformări ale altor cazuri la acest model.

Teoriile factorilor dependenți și independenți de densitate sînt datorate unei evoluții opozabile de opinii nedeclarate inițial. La începutul secolului al XX-lea, forța concepției trofice, datorată lui Ch. Elton, s-a resimțit prin elaborarea unei serii întregi de teorii în care rolul fundamental, pentru reglajul numeric al populațiilor, îl joacă interrelații de tipul concurenței, prădătorismului sau parazitismului. Într-un fel deci sînt implicați factori reglatori de factură biotică, a căror nivel numeric se modifică după ce ei înșiși modifică nivelul populației reglate. Ideea existenței și a altor categorii de factori s-a manifestat de la început, dar a focalizat mai puțin atenția și nu s-a concretizat, în primele decenii ale secolului, prin teorii speciale.

Imaginea inițială de ansamblu asupra grupării factorilor reglatori în categorii fundamentale o datorăm lui L. O. Howard și W.M. Fiske (1911), care recunosc factori *(a)* catastrofali, *(b)* facultativ și *(c)* cu efect invers. Preluînd această tipologie, W.R. Thompson (1928) regrupează factorii în două categorii și îi redefinește. Factorii „catastrofali" sînt notați cu termenul de „generali", implicînd o acțiune constantă, universală, cu efect reglator. Factorii „facultativi" și „de acțiune inversă" sînt preluați sub numele de „individuali", arătîndu-se că acțiunea distructivă depinde de nivelul numeric al populației reglate. Aici este introdus și cazul modelării populației gazdă prin paraziții săi considerați de Howard și

Scanned with OKEN Scanner

Fiske a avea un efect invers întrucît sporirea numărului paraziților implică limitarea reproducerii organismelor gazdă.

Pornind de la aceste clasificări, H.S. Smith (1935), prin reconsiderarea lor, introduce termenii „factori dependenți de densitate" pentru cei „facultativi" ai lui Thompson și „factori independenți de densitate" pentru cei „generali".

Cele două categorii de factori ai lui Smith s-au dovedit extrem de importante, mai ales începînd cu deceniul al cincilea al secolului al XX-lea, în clasificarea teoriilor de reglaj populațional biologic. S-a scris un volum mare de studii pentru a critica și reconsidera termenii lui Smith, ca și modul în care a fost preluat de acesta sensul celor propuși de Howard-Fiske și Thompson. Interesant însă că sistemul lui Smith s-a generalizat și s-a păstrat.

Factorii dependenți de densitate includ deci, în principiu, relațiile trofice în care o populație este reglată numeric prin prădători, infecții și boli provocate de paraziți, cantitatea de hrană, competiția interspecifică și intraspecifică. Atît Howard-Fiske, cît și Smith au arătat că acțiunea lor este cu atît mai dependentă de densitatea populației pe care o modelează cu cît aceasta prezintă un nivel numeric mai ridicat.

Factorii independenți de densitate cuprind diversitatea condițiilor climatice, cît și factori genetici independenți adaptativ (ca de exemplu: mutații, migrații, recombinări, drift gentic etc.).

Ținînd seama de prioritatea acordată uneia dintre cele două categorii de factori în reglarea numerică populațională, teoriile care s-au elaborat în această direcție au fost grupate în trei tipuri fundamentale, cîte una pentru explicații bazate exclusiv sau predominant pe o categorie de factori din cele două și o a treia încercînd o sinteză.

Grupul de teorii ale factorilor dependenți de densitate pornesc în mare măsură de la concepția Lotka-Volterra, inclusă dealtfel în această categorie. Se citează de asemeni teoriile lui Nicholson (1933, 1958), Nicholson și Bailey (1935), Solomon (1949, 1957), Thompson (1929, 1956), Hassel și Varley (1969). Factorilor de factură trofică, deci dependenți de densitate, li se atribuie un rol esențial în procesele de modelare numerică a populațiilor în cadrul biocenezei. Acțiunea factorilor climatici și abiotici în general, reprezentînd o mare

Scanned with OKEN Scanner

parte din categoria factorilor independenți de densitate, nu este practic luată în considerație sau joacă un rol secundar.

Teoriile ce acordă o importanță deosebită factorilor independenți de densitate, pînă la absolutizarea acțiunii acestora în reglarea numerică a populațiilor, s-au născut după 1930. Aici se includ teoriile lui Bodenheimer (1930, 1938), Andrewartha și Birch (1954), Schwerdfeger (1958).

Perioada anilor 1950—1960 a fost cea mai „fierbinte" în opoziția dintre cele două orientări. În paralel, dar mai ales ulterior s-au elaborat teorii ce au încercat să utilizeze ambele categorii de factori în explicarea cauzelor modificării numerice a populațiilor. Așa sînt teoriile lui Milne (1957), Chitty (1960) sau Pimentel (1965, 1968).

În cele ce urmează vom prezenta cîte o teorie pentru fiecare grup.

Teoria lui A. J. Nicholson urmează, în principiu, modelul lui Volterra, pe care îl aprofundează, clarifică o serie de aspecte și îi introduce concepte noi.

Se notează că pentru a fi capabil de a se regla, sistemul populațional se află în echilibru cu mediul său pe care îl controlează prin modificările densității sale. Se realizează astfel o succesiune de interacțiuni cauză-efect atît între factorii reglatori și populație, cît și între populație și aceștia. Practic deci se optează pentru teza factorilor dependenți de densitatea populației modelată. Se stabilește astfel între cele două sisteme aflate în interacțiune o stare de echilibru dinamic. Teoria lui Nicholson și mai ales modelul matematic Nicholson-Bailey fundamentează conceptul de *stare staționară* a populației, datorată echilibrului permanent cu mediul său de existență. Pe de altă parte se demonstrează manifestarea unei *capacități homeostatice* a populației datorată mecanismelor sale de autoreglaj care se opun „agresiunilor" mediului, menținîndu-i constante caracteristicile sale fundamentale, ca de exemplu nivelul numeric.

Dacă drept factori reglatori sînt considerați cei dependenți de densitate, cea de-a doua categorie, respectiv a factorilor independenți de densitate, este tratată ca fiind sursa variațiilor accidentale, a „agresivității" mediului, căruia, între anumite limite, populația îi opune mecanismele sale homeostatice.

Teoria se bazează mai ales pe argumente din domeniul relațiilor parazit-gazdă. Ea s-a bucurat de un succes deosebit.

Scanned with OKEN Scanner

Treptat au apărut însă și critici mai ales prin unele nonconcordanțe între rezultatele calculate și cele obținute în realitate. Se consideră că teoria tratează o serie de aspecte ca fiind constante cînd acestea prezintă de fapt o largă variație care ține de comportamentul parazitului. Astfel aria sa de căutare a gazdei nu este constantă, numărul de ouă depus de o femelă este limitat, iar ponta nu se depune la întîmplare, ci există o tendință de concentrare a sa în prima gazdă.

Teoria lui F. Schwerdtfeger a rezultat prin studiul minuțios, întreprins de autor, asupra unor populații de dăunători silvici (ca *Dendrolimus pini*, *Panolis flammea* și *Bupalus piniarius)* din pădurea Letzlinger, ca variație a densității într-un interval de circa șaizeci de ani (1881—1940) (fig. 28 a).

Schwerdtfeger constată că mai frecvente sînt densitățile mici și medii ale populațiilor studiate față de cele mari. Ori acest lucru are semnificații ecologice deosebite. Cînd populațiile de dăunători se mențin cu densități mici și mijlocii înseamnă că nu hrana și factorii corelativi sînt implicați în reglaj, ci practic factori independenți de densitate de felul variațiilor climatice. Hrana intervine numai în situația în care populația de dăunători se înmulțește excesiv și prin epuizarea resursei vegetale își reduce masiv nivelul numeric.

Mecanismul reglajului densității populației prin factori independenți de densitate este similar acțiunii accidentale a șansei. Schwerdtfeger propune spre edificare modelarea sa, prezentată anterior de noi cititorilor interesați (M. Tufescu, L. Gavrilă, V. Soran, N. Cîmpeanu — „Lucrări practice de biologie generală", Editura didactică și pedagogică, București, p. 84). Este interesant că prin modelarea Schwerdtfeger se obțin evoluții similare ale densității față de cele identificate de acest autor în Letzlinger Heide (fig. 28 b).

Varley a încercat folosirea modelului matematic al lui Nicholson și Bailey pentru explicarea evoluției numerice a populațiilor de dăunători din Letzlinger Heide (datele lui Schwerdtfeger), prin factori dependenți de densitate. El arată că în perioadele de maxim numeric a dăunătorilor, proporția parazitării lor crește pînă la 98%, ceea ce evident reprezintă o modalitate de reglaj pe care Schwerdtfeger a subestimat-o. Este interesant de constatat că încercarea lui Varley a reprezentat numai un succes parțial. Acțiunea exclusivă a factori-

Scanned with OKEN Scanner

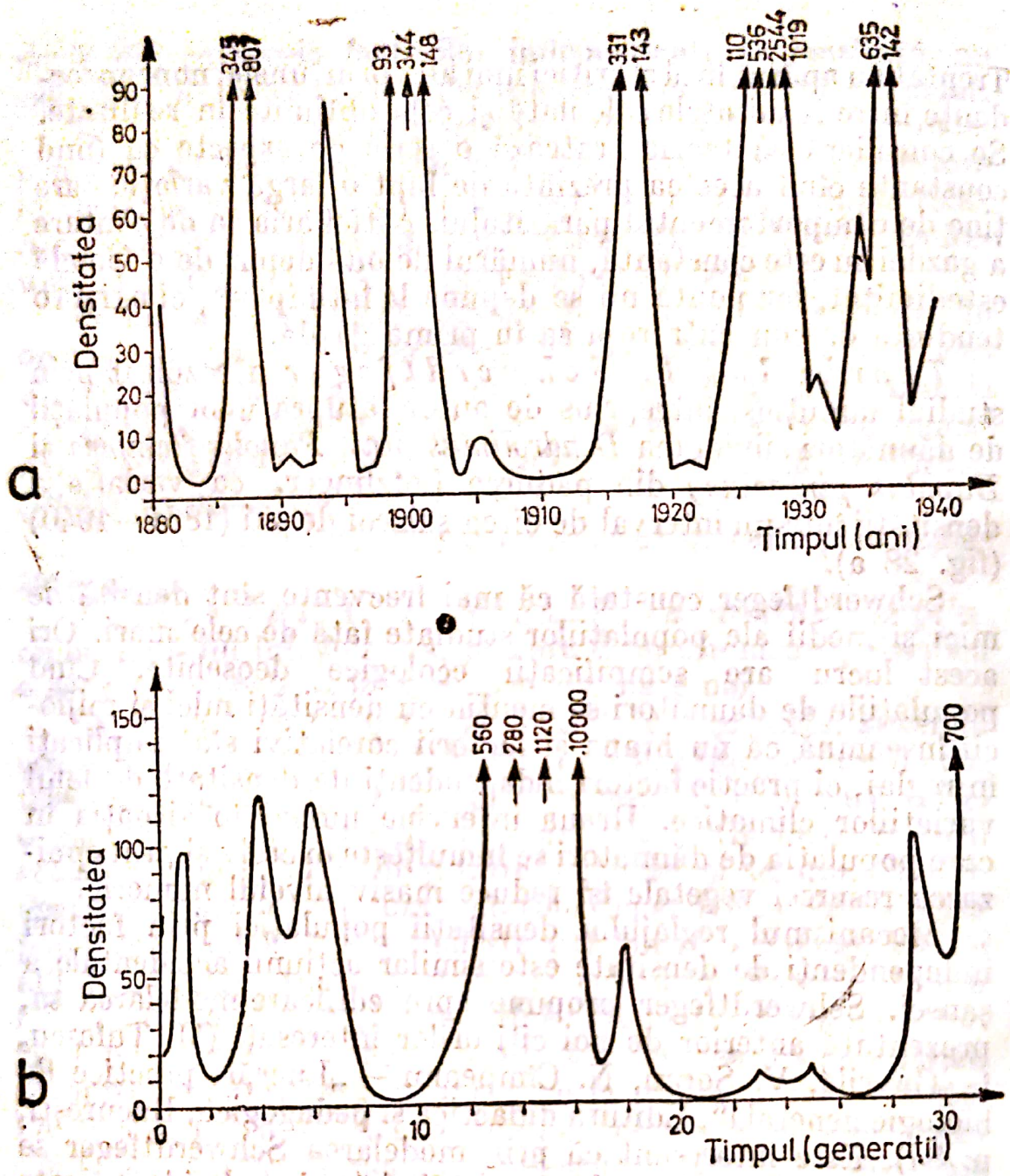


Fig. 28 Evoluția densității unei populații biologice explicată prin factori de șansă; **a** — dăunătorul silvic *Bupalus piniarius* din pădurea Lezlinger, între 1880 și 1940; **b** — simularea prin procedeul Schwerdtfeger (după M. Tufescu).

lor trofici implică o anumită periodicitate a nivelelor densității care în multe cazuri este contestată de date. De exemplu, în intervalul anilor 1901—1925 *Dendrolimus* a prezentat trei maxime succesive, ceea ce nu este conform teoriei regla-

Scanned with OKEN Scanner

jului prin factori dependenţi de densitate care implică între maxime perioade de latenţă în evoluţia numerică a populaţiilor. Se poate trage concluzia că în explicarea proceselor demografice trebuie făcut apel la toţi factorii cauzali.

Teoria lui Milne încearcă să elimine dezavantajele utilizării exclusive a unei categorii de factori în explicarea evoluţiei numerice a populaţiilor. Milne remarcă faptul că efectivul unei populaţii poate varia între două nivele extreme: unul inferior, care conduce la extincţie prin insuficienţă numerică, şi altul superior, care are drept urmare autodistrucţia prin epuizarea hranei şi a spaţiului etc. Se introduc cîteva concepte necesare definirii acestor nivele. Astfel prin *capacitate ultimă* („ultimate capacity") se înţelege limita numerică superioară, niciodată atinsă. Prin *capacitate a mediului* („enviromental capacity") se desemnează numărul maxim ce poate fi atins şi menţinut în permanenţă fără efecte distructive asupra populaţiei sau mediului. Prin *nivel de extincţie* se notează limita numerică inferioară, niciodată atinsă cu excepţia situaţiei de dispariţie a populaţiei.

Milne remarcă trei nivele ale efectivului populaţiei notate ca zone numerice: nivelul inferior *(zona I)* în care se include şi nivelul de extincţie, nivelul mediu *(zona II)* în care se găseşte populaţia de obicei şi nivelul superior *(zona III)* care cuprinde spre partea sa superioară capacitatea mediului şi capacitatea ultimă ca limită.

Factorii reglatori sînt grupaţi în trei clase: factori independenţi de densitate *(A)*, factori imperfect dependenţi de densitate *(B)* şi factori perfect dependenţi de densitate *(C)*. Se consideră, în mod justificat dealtfel, că singurul factor perfect dependent de densitate este concurenţa intraspecifică. Ceilalţi factori dependenţi de densitate ca prădătorismul, parazitismul, concurenţa interspecifică, nu se corelează perfect cu modificările densităţii populaţiei reglate, ceea ce a făcut să fie grupaţi aparte.

Reglajele care menţin populaţia în *zona II*, care reprezintă situaţia cea mai frecventă, sînt datorate acţiunii predominante a factorilor *A* şi *B*. Tot ei pot micşora efectivul populaţiei

Scanned with OKEN Scanner

pînă în *zona I*. În *zona III*, cu cît se ating nivele numerice tot mai ridicate, acțiunea factorilor *A* și *B* devine mai puțin importantă în reglaj, prioritatea avînd-o factorul *C*. Dealtfel, *C* împiedică populația să depășească capacitatea mediului și să atingă capacitatea ultimă.

Problemele ecologiei demografice sînt dificil de prezentat în amploarea lor în spațiul restrîns al unui capitol. Credem însă că cititorul a putut să surprindă principalele aspecte și să remarce importanța pe care o joacă ecologia demografică, pentru evoluție.

PRODUCȚIA BIOLOGICĂ

Producerea de *biomasă*, respectiv de „masă vie", este o altă funcție a populațiilor biologice în ecosistem. Interesul pentru această problemă a crescut în ultimele două decenii întrucît omul, cu toată tehnica de care dispune astăzi, nu poate realiza o producție similară celei biologice. Din această cauză, prin Programul biologic internațional ca și ulterior, s-a acordat prioritate studierii problemei respective.

Abordînd-o, este necesar să atragem atenția că ea nu trebuie redusă la cerința de hrană a omenirii, ceea ce ar reprezenta o limitare a sa și ar împiedica însuși progresul cercetărilor. Astfel, se încearcă a se elucida aspectul mai general, al principiilor și legilor care stau la baza acestui proces și care permit funcționarea echilibrată a naturii. Aplicația practică, atît de importantă pentru umanitate, are de cîștigat dacă se tratează problema integral.

S-au remarcat în multe lucrări de ecologie confuziile înregistrate în privința termenului de *producție biologică*, ca și a altora care sînt corelați. Să nu uităm că această noțiune s-a născut din practica agricolă, de vînătoare și de pescuit, ceea ce a făcut să se descopere și să se includă în definirea termenului aspecte parțiale sau de interes specific. De exemplu în agricultură se înțelege prin producție pe an și la ha numai cantitatea de materie vegetală produsă de plantele de cultură pentru care omul este interesat. Se reduce astfel noțiunea la o parte din plantă (fructe, semințe, rădăcini), deși aceasta a crescut în totalitatea sa. În piscicultură s-a impus o altă modalitate de reducție a termenului, identificîndu-se prin producție numai ceea ce s-a pescuit într-un teritoriu.

Sensul ecologic al producției biologice este de a se desemna sporul de biomasă al populației, sau populațiilor studiate, realizat într-o unitate de timp și pe o unitate de spațiu, inclusiv

formațiuni datorate reproducerii, trecerii organismelor de la un stadiu la altul (năpîrliri, căderi de frunze) ca și substanțe eliberate în mediu.

Cercetările au delimitat pentru biocenoză două domenii ale producției biologice, fiecare cu un specific conceptual și anume cel al *producției primare*, datorat organismelor autotrofe, în special plantelor verzi, și cel al *producției secundare*, realizat de către organismele heterotrofe, adică de consumatori și descompunători. Pentru a ilustra problema pentru întregul ecosistem se impune prezentarea fluxului energetic ce traversează nivelele trofice, ca și alte aspecte corelate.

Atît procesul producției primare, cît și secundare se realizează continuu, cu ritmuri diferite pe o unitate de spațiu a ecosistemului. Din această cauză se impune înregistrarea lor prin cantități produse pe unitatea de spațiu și într-un interval de timp definit.

Se mai cere o subliniere de factură metodologică. În procesul producției primare și secundare se înregistrează intrări și ieșiri de substanțe diferite. Astfel sporul de biomasă de 1 kg pentru o plantă verde nu este echivalent cu o cantitate similară de moluște. Ambele biomase includ și substanțe organice, bogate energetic, și substanțe anorganice, sărace din acest punct de vedere. Dar proporțiile între cele două categorii, ca și între substanțele organice fundamentale, sînt foarte diferite. Din această cauză s-a convenit, mai ales în ultimele două decenii, a se utiliza cu prioritate exprimarea energetică a biomaselor realizate prin producție pentru a se putea compara diferitele populații din acest punct de vedere.

Una dintre modalitățile cele mai directe de echivalare energetică a biomaselor constă din cîntărirea exactă a unei cantități și arderea ei completă în bomba calorimetrică cu înregistrarea energiei degajate. Ulterior acest procedeu a fost înlocuit cu metode biochimice de estimare, cunoscîndu-se o serie de constante energetice de factură metabolică. Însăși aprecierea biomasei s-a dovedit a fi destul de imprecisă și s-au impus metode speciale. În condițiile ecologiei moderne, Programul biologic internațional a specificat următoarele posibilități de măsurare: a *biomasei umede* a organismelor (cu păstrarea apei din corp, dar eliminarea celei de pe suprafața externă), a *biomasei uscate* (cu eliminarea apei din corp într-un timp și la o temperatură standardizată), a *biomasei*

Scanned with OKEN Scanner

uscate fără cenușă (respectînd cerințele de măsurare a biomasei uscate din greutatea căreia se elimină cenușa reprezentînd partea minerală, săracă energetic).

PRODUCȚIA PRIMARĂ impune pentru precizarea termenului includerea unor atribute specifice. Să analizăm puțin procesul pentru a înțelege acest aspect.

Plantele fotosintetizante preiau apa cu substanțe minerale și dioxidul de carbon din care sintetizează substanțe organice cu ajutorul energiei solare captate la nivelul corpusculilor clorofilieni. Procesul mult mai complex este prezentat și analizat de lucrările de fisiologie vegetală. Rezultatul îl constituie *producția mare (PG)*. Din ea, pentru necesitățile metabolice, plantele consumă o parte prin respirație (R_1). Ceea ce rămîne reprezintă producția primară netă (Pn_1), înregistrată prin sporul de biomasă a populației de plante.

Prin urmare folosind simbolurile citate rezultă următoarea relație:

$$PG = Pn_1 + R_1$$

Măsurarea producției mari și a producției primare nete este înlesnită de utilizarea gazelor eliminate sau consumate în proces de către plante. Una dintre cele mai vechi și cunoscute metode, numită *metoda sticlelor transparente și ecranate*, se bazează pe faptul că Pn_1 este proporțională cu cantitatea de oxigen produs de plante în timp ce R_1 este proporțională cu cantitatea de oxigen consumat. Metoda este folosită în cazul plantelor acvatice, mai ales a algelor planctonice care se repartizează de fiecare dată, în mod egal, împreună cu apa în care trăiesc, într-un set de trei sticle: una transparentă folosită ca martor *(M)*, a doua tot transparentă *(A)* și a treia neagră ecranată *(B)*. În sticla *M*, după stabilizarea fiziologică a plantelor, se recurge la determinarea cantității de oxigen prin metoda Winkler. Sticlele *A* și *B*, bine închise, sînt păstrate un interval de timp (Δt) în apa lacului studiat, la adîncimea de la care s-au extras probele. După acest interval se determină, la fel, cantitățile de oxigen. Înțelegem că sticla *M* va da informații despre cantitatea de oxigen existentă în apă, la începutul experienței. Oxigenul găsit în sticla *A* va fi datorat realizării simultane a Pn_1 și R_1, procese contrare, unul generator, celălalt consumator al gazului. Sticla B ne permite să cunoaștem

Scanned with OKEN Scanner

oxigenul rămas după ce plantele au respirat un interval Δt. Astfel obținem:

$$R_1 = (M - B) / \Delta t$$

$$Pn_1 = (A - M) / \Delta t$$

$$PG = (A - B) / \Delta t$$

Metoda a fost utilizată încă din 1927 de către T. Gaarder și H.H. Gran, prin măsurarea raportului oxigen produs-oxigen consumat, în studiul producției primare din fiordul Oslo. Savantul sovietic G.C. Winberg, o marcantă personalitate a energeticii ecologice, mărturisește că a început în 1932 să studieze problema producției primare cu aceeași metodă la stațiunea Kossino de lîngă Moscova. În ultimele decenii metoda a fost perfecționată mai ales prin introducerea tehnicii electrice și electronice de măsurare automată a cantității de oxigen.

O altă metodă se bazează pe *măsurarea dioxidului de carbon*, întrucît în cadrul *PG* el este utilizat micșorîndu-se cantitativ din mediu, în timp ce R_1 este procesul opus care îl produce. Metoda prezintă diferite variante, dintre care, cea mai simplă, presupune folosirea unor camere respiratorii atît transparente, cît și impenetrabile pentru lumina solară, în scopul măsurării diferențiate a proceselor Pn_1, R_1 și *PG*. Se utilizează același set de camere respiratorii și în aceleași condiții ca la metoda sticlelor transparente și ecranate. Întrucît metoda este folosită cu precădere pentru plantele terestre, camerele A și B vor fi expuse în mediul din care s-a luat proba. Aerul din camere este apoi barbotat printr-o coloană de hidroxid de bariu, sau altă substanță care fixează dioxidul de carbon.

Metoda măsurării dioxidului de carbon a fost folosită pentru prima dată în 1926 de către unul dintre pionerii energeticii ecologice, și anume E.N. Transeau în studierea producției primare a cerealelor de la stațiunea Madison din Wisconsin (S.U.A.).

Cele două metode de măsurare a valorilor *PG*, Pn_1 și R se bazează pe schimbul de gaze datorat metabolismului producătorilor primari. O altă cale de măsurare a producției primare ține seama de *cantitatea de clorofilă*. Se cunoștea, încă din 1918, că intensitatea fotosintezei este proporțională

Scanned with OKEN Scanner

cu cantitatea de clorofilă din plante aflate în aceeași stare fiziologică. Dar, în natură, plantele nu se află în aceeași stare fiziologică; există diferențe de vîrstă, de hidratare a protoplasmei, de toleranță termică și luminoasă etc. În aceleași condiții, deci, într-un singur biotop diferențele se nasc din cauza toleranței specifice a factorilor de către plante din specii diferite. Toate aceste variații au avut darul de a dezarma pe ecologi multă vreme. Abia în 1949 Fritz Gessner a reușit, în mod foarte ingenios, să utilizeze metoda clorofilei în scopuri ecologice demonstrînd că într-un ecosistem plus-variantele și minus-variantele se neutralizează pe cale statistică, iar metoda poate caracteriza producția primară la fel de exact ca și celelalte utilizate de știință. În vara anului 1972 am primit ultima scrisoare de la profesorul Fritz Gessner, a cărui moarte a survenit la scurt timp. Ecologic, ideea profesorului F. Gessner a rodit întrucît cercetările lui H.T. Odum, W.McConnell și W. Abbott demonstrează, în 1958, existența a patru tipuri de ecosisteme pe planeta noastră, după modul în care se distribuie clorofila. Acest fapt a fost prezentat în capitolul privind concepția ecosistemică.

În 1952, E. Steeman-Nielsen introduce o nouă metodă de măsurare a Pn_I, respectiv *metoda carbonului radioactiv*. Experiențele pe care le-a întreprins asupra producției primare a fitoplanctonului din Marea Nordului, extinse ulterior în zone tropicale, au fost convingătoare și metoda s-a generalizat ca utilizare. Ea folosește carbonul marcat (C^{14}) sesizabil de către instrumente de detecție a radioactivității. Carbonul radioactiv este introdus în mediul experimental sub forma de dioxid de carbon. Fixarea sa de către plante în procesul fotosintezei este urmărită cantitativ prin creșterea radioactivității acestora. Pe baza unor calcule se identifică intensitatea procesului producției primare nete.

Pentru măsurarea producției primare se mai folosește *metoda dispariției din mediu a substanțelor biogene*, așa cum sînt fosfații și azotații. În funcție de intensitatea fotosintezei, fosforul și azotul scad în mediu cu viteze proporționale. Metoda prezintă însă inconvenientul că o serie de reacții chimice de factură abiotică sărăcesc mediul în fosfor sau azot. O oarecare îmbunătățire s-a adus prin folosirea fosforului radioactiv P^{32}.

În sfîrșit, citățm și *metoda recoltei* care se poate utiliza pentru ecosistemele în care ierbivorele afectează puțin producția primară, iar plantele sînt anuale. Aceste cerințe sînt îndeplinite de culturile mari în care omul luptă activ pentru combaterea dăunătorilor. Producția primară netă pe an și pe unitatea de suprafață este reprezentată în acest caz prin cantitatea totală de material vegetal recoltat din spațiul respectiv la sfîrșitul unui ciclu de vegetație.

Utilizînd aceste metode s-a putut realiza o primă sinteză asupra modului în care se distribuie producția primară netă în diferite ecosisteme pe glob. Cele mai mici producții, pînă la 0,35 g/m^2 pe zi, sînt înregistrate în deșerturi și stepele aride (Asia centrală, zonele aride ale preeriei nord-americane și pampasului argentinian). În lacurile alpine adînci, ca și în zonele centrale ale oceanului planetar producția primară netă este mai mică de 0,7 g/m^2 pe zi. Lacurile de cîmpie, pădurile, majoritatea asociațiilor vegetale ierboase în condiții de umiditate normală, platforma continentală a mărilor și oceanelor, agricultura extensivă înregistrează producții primare nete între 0,35 și 3,5 g/m^2 pe zi. Cele mai productive ecosisteme sînt recifele coraliere, estuarele, deltele, pădurea ecuatorială umedă, ecosistemele terestre de pe terenuri aluviale, ca și agrosistemele intensive în care se realizează o producție primară netă între 3,5 și 14 g/m^2 pe zi. În cazuri excepționale, și pentru scurte perioade, se depășește valoarea de 14 g/m^2 pe zi, producția primară netă pe planeta noastră avînd ca limită 40—45 g/m^2 pe zi, valori încă neatinse. De exemplu, în ani favorabili producția netă a trestiei de zahăr din insulele Hawaii, în cultură intensivă, a atins 18—19 g materie vegetală pe m^2 pe zi. În laborator s-au obținut producții primare nete de 30 g materie vegetală/m^2 zi și în culturi algale bine întreținute și cu exces de dioxid de carbon.

Trebuie să ținem seama că valorile citate au numai un sens orientativ întrucît se înregistrează variații ale producției primare nete atît de la un an la altul cît și pe parcurs de 24 ore. Astfel N. Botnariuc și O. Boldor (1974) arată ce diferențe mari se pot înregistra de către producția primară netă în același ecosistem. Autorii constată că în iulie 1966, lacul Crapina, din nordul Dobrogei, prezenta un deficit de — 1,8 g oxigen m^2. la 24 de ore, producția primară netă fiind întrecută de consumul de oxigen în timp ce, în aceeași lună a anului

Scanned with OKEN Scanner

1970, se înregistra de către L. Gavrilă, I. Chiosilă și A. Schneider (1972) o producție primară netă de 4,8 g oxigen/m² la 24 ore.

În ecologia românească producția primară este ilustrată prin studii ale colectivului profesorului N. Botnariuc, de M. Olteanu, iar pentru alge în culturi intensive de cercetări ale colectivului de fiziologie vegetală al profesorului N. Sălăgeanu.

PRODUCȚIA SECUNDARĂ impune, de asemeni, pentru a fi definită, cîteva mărimi: producția secundară netă (Pn_2), respirația (R_2) și asimilația (A). S-a făcut remarca întemeiată, că producția secundară nu mai necesită folosirea determinantului de „netă", întrucît pentru heterotrofe există o singură categorie de producție și nu două ca la autotrofe (PG și P_{n1}).

Producția secundară (P_2) a fost definită de către Programul biologic internațional ca „totalul creșterii indivizilor vii la începutul intervalului, fie că supraviețuiesc sau nu pînă la sfîrșitul acestuia, plus creșterile datorate indivizilor născuți în populație în timpul intervalului" (G.G. Winberg, 1971; W.T. Edmondson, 1974).

Producția secundară rezultă prin scăderea de biomasă și energie pe calea respirației (R_2) din cantitatea de biomasă și energia obținută pe calea asimilației (A) Deci:

$$A = P_2 + R_2$$

Toate cele trei procese se realizează prin acumulare sau consum de biomasă și energia inclusă în ea, cu un ritm specific raportat la unitatea de timp și de suprafață. Din acest punct de vedere se remarcă echivalența între procesele producției primare și secundare în care de exemplu A poate fi raportată la PG, P_2 la Pn_1 și R_2 la R_1.

Metodele de cercetare ale producției secundare sînt mai laborioase decît pentru producția primară din două motive esențiale: diversitatea sistematică și metabolică a populațiilor studiate, ca și imposibilitatea utilizării în măsurare a unei singure mărimi (ca de exemplu pentru plante oxigenul, dioxidul de carbon, clorofila, masa vegetală etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Una dintre cele mai vechi metode de cercetare a producției secundare o datorăm lui *P. Bojsen-Jensen (1919)*, sintetizată de următoarea ecuație:

$$P_2 = \frac{1}{\Delta t}\left[N_2(w_2 - w_1) + \frac{(N_1 - N_2)(w_2 - w_1)}{2}\right]$$

Metoda se bazează pe prelevarea de probe cel puțin din doi timpi diferiți (t_1 și t_2), prin numărarea indivizilor populației respective găsiți în probe (N_1 și N_2) și prin obținerea, în urma cîntăririi, a greutății medii a unui individ din probă la t_1 și t_2 (w_1 și w_2). Producția secundară se estimează deci pentru intervalul $\Delta t = t_2 - t_1$.

Pentru exemplificare vom folosi datele lui J.M. Elliott (1973) privind populațiile de lipitori dintr-un rîu din Anglia. La începutul lunii martie el a estimat un număr de cca 1 000 exemplare pe m^2 (N_1) cu o greutate de 3 mg (w_1). După un an a găsit numai 200 indivizi pe m^2 (N_2) cu o greutate medie de 40 mg (w_2). Aplicînd ecuația Bojsen-Jensen și știind că $\triangle t = 365$ zile, producția secundară a populațiilor de lipitori pe metru pătrat și pe zi va fi:

$$P_2 = \frac{1}{365}\left[200 \cdot 37 + \frac{800}{2} \cdot 37\right] = 60{,}82 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{zi}.$$

Exemplificarea citată permite o înțelegere mai clară a logicii ecuației Bojsen-Jensen. Astfel, N_2 va fi mai mic decît N_1 întrucît în intervalul Δt un număr de indivizi mor. Pe de altă parte cei rămași în viață cresc treptat atingînd greutăți mai mari.

Se observă că ecuația prezintă două părți în intervalul parantezei mari, despărțite prin semnul plus. Fiecare are o semnificație proprie care se corelează dealtfel cu ceea ce se prezintă în definiția P_2. Astfel prima parte a ecuației, produsul $N_2 \cdot (w_2 - w_1)$, surprinde componența din P_2 reprezentată de creșterea în greutate $(w_2 - w_1)$ a indivizilor supraviețuitori (N_2). A doua parte a ecuației identifică o altă componentă a P_2 și anume sporul de creștere datorat indivizilor care au murit în intervalul dintre cele două probe. Astfel $N_2 < N_1$, iar $N_1 - N_2$ reprezintă totalul indivizilor dispăruți în intervalul Δt. Sporul mediu de creștere al unui individ în acest interval este de $w_2 - w_1$. Se aproximează că dintre indivizii ce nu mai supraviețuiesc jumătate (1/2) reușesc să ajungă aproape de greutatea w_2. Această estimare este preluată din demografia ecologică. Astfel sporul de creștere datorat indivizilor care au supraviețuit pînă la a doua probă este de $1/2 \cdot (N_1 - N_2) \cdot (w_2 - w_1)$.

Scanned with OKEN Scanner

Ecuația Bojsen-Jensen este fundamentală pentru metodele ulterioare care, într-un fel sau altul, îi aduc corecții. Ea se aplică în bune condițiuni în situația în care se identifică cu ușurință cohortele. Exemplificarea făcută pe datele lui J.M. Elliott s-a bazat pe studiul unei cohorte. În cazul populației rezultă deci necesitatea unei operații de însumare a producției secundare pentru cohortele componente.

J. Phillipson (1967) propune pe de altă parte ca a doua componentă a ecuației Bojsen-Jensen să nu cuprindă la numitor cifra doi, ci produsul $2 \cdot \Delta t$. Prin introducerea lui Δt la numitor se consideră că estimarea indivizilor morți între cele două probe se face mai bine, ținînd seama de rigorile calculului diferențial. Astfel dacă la începutul intervalului numărul lor a fost $N_1 - N_2$, după $\triangle t$ ei ajung să dispară în totalitate. Prin urmare dispariția, ca și producția lor, se distribuie invers proporțional cu durata $\triangle t$. Aceasta este *corecția lui Phillipson*.

G. G. Winberg (1971) consideră că este necesar a se ține seama de structura demografică și de ratele inegale de creștere ale indivizilor de la un stadiu de vîrstă la altul. Așa cum arătam în capitolele anterioare, procesul dezvoltării stadiale este întîlnit la multe populații în natură. Pentru a se calcula producția netă în intervalul (Δt) este necesar a se cunoaște numărul inițial de indivizi din fiecare stadiu (N_i), diferența medie de greutate dintre stadii succesive (Δw_i) și durata stadiului respectiv (t_i). Producția secundară este calculată astfel prin ecuația Winberg:

$$P_2 = \Sigma \frac{N_i \cdot \Delta w_i}{t_i} \text{ unde } i = 1 \ldots n$$

În acest fel se pune la punct o ecuație bazată pe studiul cohortelor.

W. T. Edmondson (1971) calculează producția secundară a unei populații pe baza numărului de ouă purtat în medie de o femelă (E) a duratei necesare pentru ca oul să eclozeze, să formeze un individ care, atingînd stadiul maturației reproductive, să depună la rîndul său ouă (D). Cunoscînd aceste date, cît și numărul inițial de indivizi (N), producția secundară zilnică, exprimată în număr de indivizi produși, va fi:

$$P_2 = \frac{E \cdot N}{D} \text{ (nr. indivizi / zi, m}^2\text{)}$$

Modelele prezentate sînt suficiente pentru ca cititorul să își imagineze diferite variante de calcul datorate situațiilor din natură.

Trebuie să remarcăm faptul că, de cele mai multe ori, ecuațiile impun estimarea greutății sau biomasei indivizilor, fapt care se poate realiza ușor prin cîntărire în cazul exemplarelor mari. Dar numeroase populații sînt caracterizate prin dimensiuni microscopice ale indivizilor. În această situație cercetătorii au socotit că este mai simplu să se măsoare lungimea indivizilor, iar studii minuțioase au permis stabilirea ecuației de transformare a măsurilor lineare în greutăți.

În privința *cantității de oxigen consumate în procesul respirației*, cercetările independente ale lui Weymounth (1944), Zeuthen (1947) și Winberg (1950) au arătat că aceasta crește proporțional cu biomasa individului, stabilindu-se ecuații generalizate de calcul pentru cea mai mare parte din grupele de animale.

Echivalarea calorică a biomasei heterotrofilor mai ales animali a reprezentat o altă direcție de cercetare. În 1971 K.W. Cummnis și J.C. Wuycheck au elaborat o lucrare de sinteză în această direcție. Este interesant să subliniem că Prus (1971), mergînd pe linia cercetărilor lui Slobodkin și Richman (1961), constată că pentru majoritatea nevertebratelor acvatice un gram de biomasă uscată fără cenușă cuprinde 5,5 kilocalorii.

Metodele prezentate pentru aprecierea producției secundare nu au cuprins decît o parte de heterotrofe și anume consumatorii de pe primele nivele trofice. Au fost excluși consumatorii de vîrf și descompunătorii, care prin particularitățile lor impun metode speciale de calcul pentru producția secundară. În calculul producției nete a producătorilor de vîrf se ține seama atît de producția nivelelor trofice inferioare sau de alte date, cum ar fi de exemplu rezultatele cercetărilor experimentale de laborator. Producția netă a populațiilor de bacterii se realizează prin studiul experimental al creșterii lor numerice și ca biomasă, într-un interval de timp (Δt) de expunere în laborator. Se folosește de obicei un set de ecuații care permit, pe căi independente, calculul longevității unei generații (T). Astfel *ecuația lui S.I. Kuzneţov* este:

$$T = \frac{24\ ln\ 2}{P/B\ (K_2/1 - K_2)},$$

în care producția netă este P, biomasa medie este B, iar K_2 un coeficient asupra căruia vom reveni. Prin 24 se notează

Scanned with OKEN Scanner

numărul de ore dintr-o zi, iar 2 reprezintă numărul de descendenți dintr-o bacterie.

Pentru a calcula valoarea lui T se folosește *ecuația lui M. I. Ivanov (1955):*

$$T = \frac{\Delta t \, lg \, 1.8}{lg B - lg b},$$

în care 1,8 este *coeficientul lui Kuznețov*, b — biomasa la începutul expunerii, iar B — biomasa după intervalul Δt. Calculul este datorat posibilității de separare din mediu inițial (sol, apă, sediment etc.) a unor porțiuni în flacoane ce se mențin în intervalul cerut în condiții standardizate, notîndu-se apoi mărimea biomasei populațiilor microbiene.

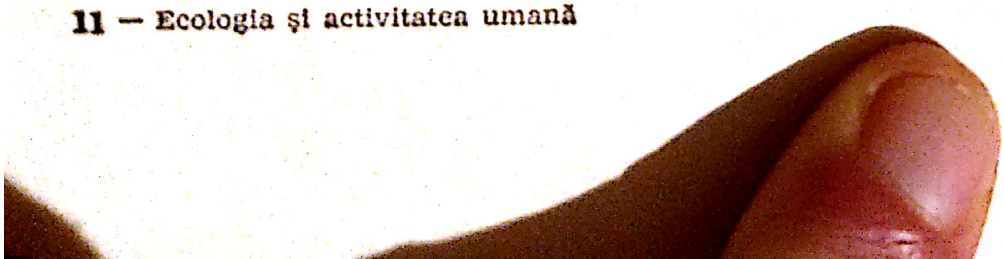
Întrucît, în cazul descompunătorilor, ecologii sînt de cele mai multe ori interesați în special în cunoașterea ritmului degradării substanțelor organice, se studiază pe aceeași cale procesul citat, introducînd populații bacteriene în flacoane cu substraturi nutritive bine stabilite biochimic.

Dificultățile de studiere a producției secundare nu au permis alcătuirea unei imagini globale de distribuție valorică în funcție de diferitele ecosisteme ale planetei.

BIOMASA POPULAȚIILOR din biocenoză reprezintă, de fapt, obiectul de studiu prin care se poate estima producția netă a acesteia. Cauza citată ne face să o încadrăm în proximitatea problemelor producției primare și secundare.

Biomasa unei populații, în condiții de stabilitate ecologică pentru ecosistemul respectiv, este o mărime cu o anumită stabilitate. Sîntem obișnuiți să găsim într-un anumit ecosistem pe care îl cunoaștem, mai mult sau mai puțin, în fiecare an, aceleași specii de plante sau animale și cu densități puțin modificate. Acest aspect rezultă dintr-o estimare numerică simplă, ținînd seama, de exemplu, de amploarea culorii galbene dată de inflorescențele de păpădie din spațiile verzi pe lîngă care trecem zilnic, de-a lungul anilor. Am văzut în capitolul de demografie ecologică, că numărul indivizilor unei populații este o mărime reglată de mulți factori, care în ansamblu o mențin între limite favorabile existenței sale. Reglajele numerice impun o stabilitate și biomasei.

Cu toată această stabilitate atît numărul, cît și biomasa populației sînt în continuă modificare. Menținerea nivelului



biomasei sau a numărului de indivizi se realizează ca un efect final al acțiunii multor factori contradictorii. De fapt sînt două categorii de modificări: cîștig sau intrări de biomasă sau indivizi în populație și pierderi sau ieșiri. În acest fel, ambele mărimi, biomasa și efectivul numeric populațional, reunite pentru similitudine în termenul de *standing crop*, așa cum menționam anterior, se comportă ca un *buget sau bilanț de biomasă sau număr*.

După cum este de înțeles, „intrările" în acest buget sînt datorate producției nete prin sporuri de biomasă sau sporuri numerice datorate reproducerii. Lor li se adaugă imigrările de indivizi din alte populații. În același timp „ieșirile" sînt datorate proceselor metabolice de consum, mortalității indivizilor și emigrărilor.

FLUXUL SAU TRANSFERUL ENERGETIC se constată că se desfășoară prin fiecare populație a biocenozei. Ch. Elton a intuit acest proces prin ordonarea populațiilor după nivelele piramidei trofice indicînd rangul dependentei de producția primară. Relația prin intermediul hranei care leagă toate populațiile unui ecosistem ca un invizibil fir a fost însă explicitată prin contribuțiile lui G.L. Clarke (1939), V.S. Ivlev (1939), Ch. Judy) (1940) și mai ales R.L. Lindeman (1942). Acest din urmă autor introduce în ecologie *concepția trofo-energetică*, respectiv de tratare a relațiilor trofice dintre populațiile biocenozei sub forma energiei ce le parcurge, provenind din energia solară fixată de plantele verzi cu ocazia actului producției primare.

Conformîndu-se celor două legi ale termodinamicii, energia înglobată în hrana ce circulă prin diferite niveluri trofice, pe de o parte, nu se poate crea, ci numai prelua de la o sursă energetică de către biosisteme, pe de alta transformările sale se soldează întotdeauna cu un anumit cuantum de pierderi calorice. Direct sau indirect deci, heterotrofele folosesc energia înglobată de către producătorii primari în substanțele organice sintetizate, utilizînd-o treptat pînă la ultimul nivel trofic. Pentru existența ecosistemelor se impune astfel, de fiecare dată, reluarea procesului autotrof care fixează noi cantități de energie. Ecosistemul se constituie pe baza unui șuvoi sau flux energetic, avînd ca sursă primară soarele și

care se micșorează apoi cu fiecare nivel trofic pe care îl traversează pînă la ultimul. În timp ce noi cantități de energie sînt necesare fiecărui ciclu, masa substanțelor rămîne aceeași, nefiind epuizată prin transferuri, perpetuînd ciclurile biogeochimice.

R. Lindeman analizează în lucrarea sa un număr de probleme fundamentale ca de exemplu: relațiile trofice care corelează populațiile biocenozei, producția biologică în general, corecții la producție pentru un nivel trofic, impuse de pierderi energetice prin descompuneri și prădătorism, eficiența biologică și productivitatea în succesiunea ecosistemelor spre climax. Pentru ilustrare se citează rezultate concrete din cercetarea unor ecosisteme la vremea respectivă.

După datele lui R. Lindeman asupra fluxului sau transferului energetic din lacul Cedar Bog am alcătuit fig. 29. Modul de lucru și conceptul, specifice perioadei în care autorul a lucrat, includ o serie de mărimi dificil de sinonimizat cu cele folosite astăzi în ecologia energetică, ceea ce implică o oarecare lipsă de acuratețe a imaginii. Fiind însă alcătuită după *SISTEMUL LINEAR*, utilizat în perioada imediat următoare, pentru ilustrarea scăderilor care le suferă fluxul energetic de la un nivel trofic la altul, schema are rolul de a ne înfățișa punctul de vedere specific domeniului existent în urmă cu mai bine de trei decenii. Să ne oprim pentru a sublinia cîteva caracteristici ale concepției:

1) prezentarea liniară a fluxului energetic;

2) lipsa mențiunilor privind biomasa nivelelor trofice

3) la nivelul producătorilor primari fluxul energetic cuprinde următoarele componente:

radiația solară incidentă
- producția mare (PG)
  - producția primară netă (P_{n1})
  - pierderi energetice prin respirație (R_1)
- pierderi energetice prin procese fizice

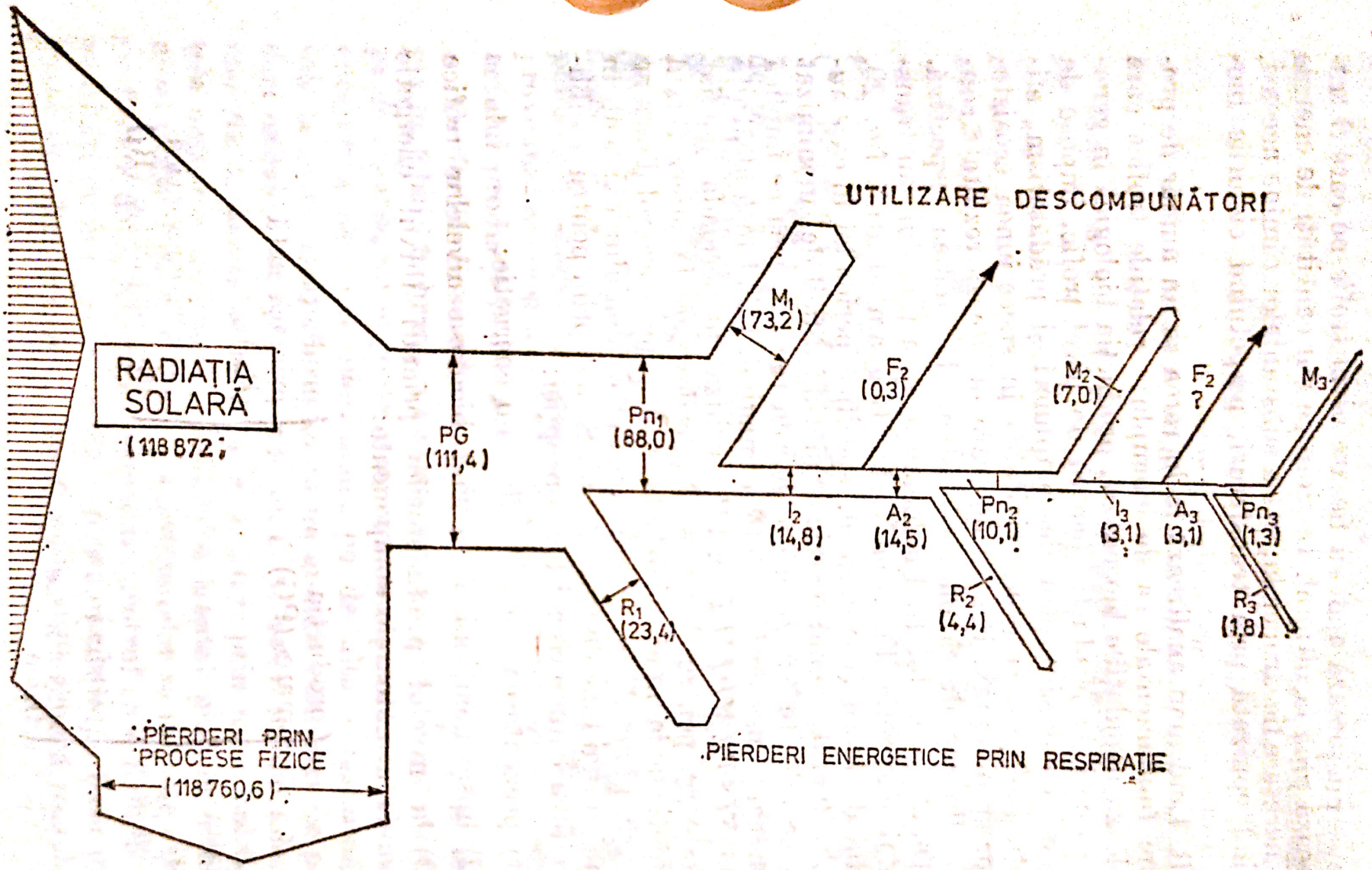


Fig. 29 Fluxul energetic după concepția R. Lindeman; date în cal/cm². an.

4) la nivelul heterotrofelor de tipul macroconsumatorilor, fluxul energetic este alcătuit din următoarele componente (de exemplu la nivelul ierbivorelor):

- energia preluată prin „ingestie" (I_2)
  - energia preluată cu hrana asimilată (A_2)
    - producția secundară netă (Pn_2)
    - pierderi energetice prin respirație (R_2)
  - pierderi energetice prin hrană nonasimilată (fecale = F_2)

5) Se observă că fiecare nivel trofic este notat pentru componentele fluxului energetic cu indici numerici începînd de la unu — reprezentînd producători primari — în continuare;

6) Producția netă primară sau secundară, de diferite nivele, nu este preluată în întregime de nivelul trofic următor;

7) fluxul energetic este urmărit, într-o formă generalizată, în lungul lanțurilor trofice ale prădătorilor, lipsind date asupra lanțurilor trofice ale paraziților și existînd numai indicații sumare asupra cantității de energie și materie ce intră în lanțurile trofice ale descompunătorilor.

Pentru comparație prezentăm în fig. 30 *modul în care este privit astăzi fluxul energetic* (*SISTEMUL RAMIFICAT*) datorită Programului biologic internațional. Cazul concret ilustrat aparține fluxului energetic din lacul Driviatî, fiind studiat de către echipa lui G.G. Winberg (1970). Se constată următoarele aspecte:

1) fluxul energetic este tratat în detalii, pe grupe de populații și forme biotice, ceea ce conduce la o *imagine ramificată* a sa:

2) *biomasa este menționată* pentru fiecare componentă, în unități energetice și ca valoare medie pe unitatea de suprafață, ceea ce concretizează concepția stabilității sale în ecosistemele echilibrate;

3) la nivelul diferitelor populații (fie producători primari sau secundari), fluxul energetic este ilustrat doar prin *două*

Scanned with OKEN Scanner

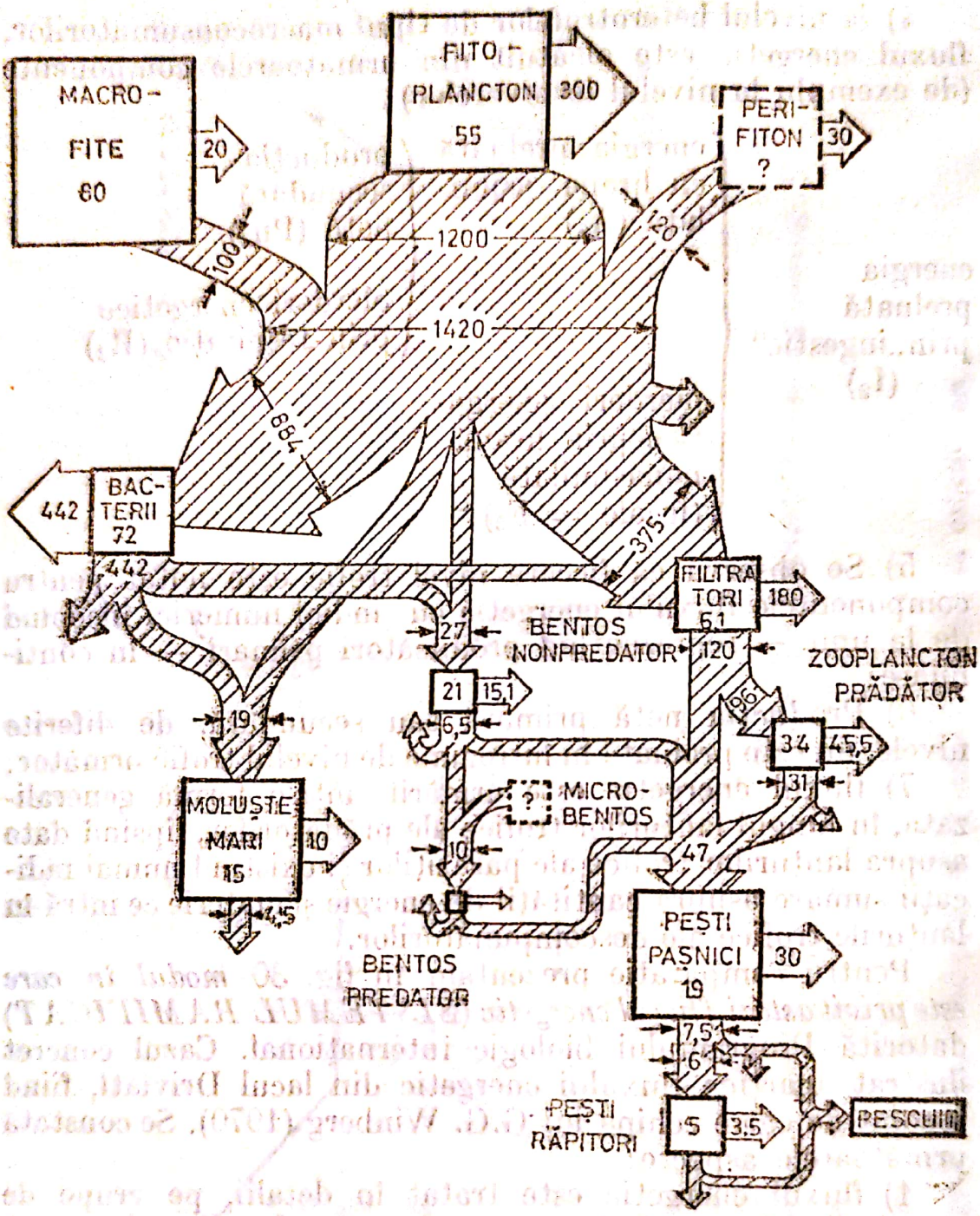


Fig. 30 **Fluxul energetic după concepția Programului biologic internațional; în dreptunghiuri — biomasa (Kcal/m²); săgețile haşurate — producția sau consumul (Kcal/m² sezon de vegetație); săgețile nehaşurate — distrucția energetică (kcal/m² sezon de vegetație).**

componente: una de intrare reprezentată de energia preluată (consumată) prin hrană, cealaltă de ieșire — constituită de producția netă.

Scanned with OKEN Scanner

4) nivelele trofice pot fi sau nu indicate (în fig. 30 nu sînt notate); populațiile sînt însă așezate în schemă de o manieră care permite gruparea lor pe principiul proximității trofice;

5) ca și în cazul concepției clasice nu se urmăresc lanțurile trofice ale paraziților, iar pentru descompunători se indică numai mărimea energiei furnizate de biomasele din lanțurile trofice ale prădătorilor;

6) o serie de componente ale fluxului energetic sînt identificate, conceptual și terminologic, diferit față de R. Lindeman.

Se notează prin „*rație*" *(ration) (R)* preluarea totală de energie de către o populație, în loc de „ingesta" *(I)*. Cantitatea folosită din asimilație *(A)* se identifică pe baza *raportului de asimilare* $(1/U = A/R)$. Respirația este privită și notată ca distrucție *(T)*.

EFICIENȚELE PRODUCȚIEI BIOLOGICE ȘI A FLUXULUI ENERGETIC s-au impus studiului încă din perioada de început a concepției trofo-energetice pentru importanța ce o prezintă teoretic și practic.

Pe plan teoretic, eficiențele permit analiza funcționalității sistemelor ecologice și deschid calea comparației cu randamentul altor sisteme capabile a se autoregla, așa cum sînt cele tehnice de exemplu. S-a constatat, în principiu, că sistemele ecologice prezintă eficiențe scăzute față de cele construite de om, ceea ce degajă ideea teoretică importantă a altor principii fundamentale de alcătuire. Pe plan aplicativ cunoașterea eficiențelor oferă indicații importante în procesele intervenției omului în natură.

Prin *eficiența energetică a unui sistem se înțelege de obicei raportul între cantitatea de energie utilizată de acesta față de totalul introdus în sistem spre funcționare*. Se identifică astfel proporția folosirii energiei respective.

R. Lindeman a propus mai multe categorii de eficiențe, dintre care cea care îi poartă astăzi numele măsoară ponderea *transferului energetic* între niveluri trofice succesive care se desemnează prin raportul I_n/I_{n-1}. Pentru producătorii primari se utilizează PG/L, în care L este cantitatea de energie solară incidentă. Lindeman constată astfel că eficiența de transfer sporește valoric de la nivelele trofice inferioare spre cele superioare. Astfel, pentru lacul Cedar Bog, pe care l-a

studiat, el constată că producătorii primari au o eficiență de 0,10, ierbivorele de 13,3 și carnivorele mici de 22,3.

V.S. Ivlev selecționează din numărul mare de eficiențe posibile alte două tipuri, demonstrînd importanța lor teoretică și practică. Ele sînt notate astăzi cu K_1 și K_2 și se referă la producția netă.

Prin K_1 se identifică eficiența energetică a producției nete față de rație (P_n/R), iar prin K_2 eficiența aceleiași producții nete față de asimilație (P_n/A).

Se mai calculează, pentru un nivel trofic sau populație, raportul între producția netă și biomasă (P_n/B) sau eficiența de realizare a biomasei respective prin producția netă.

Studiul eficiențelor energetice a relevat sub o formă mai precisă un adevăr general cunoscut anterior pentru biologie și anume că indivizii de dimensiuni mai mici, prezentînd rate metabolice mai ridicate, se comportă diferit față de indivizii mai mari corporal cu rate metabolice mai scăzute. Se poate înțelege astfel faptul că indivizii tineri față de adulți și cei mici dimensional față de cei mari înregistrează ritmuri mult mai ridicate ale producției nete și respirației. Tot datorită acestui fapt eficiența P/B este, în principiu, mult mai mare valoric pentru microorganisme față de producătorii primari, consumatori fitofagi sau detritofagi și respectiv consumatori zoofagi.

Parcurgînd acest capitol, cititorul va remarca, desigur, că studierea productivității biologice se impune ca o problemă importantă din ambele puncte de vedere: teoretic și practic. De la începutul trofo-energeticii și pînă astăzi s-au înregistrat substanțiale îmbunătățiri ale concepției metodelor cercetării problemei, ca și a funcționalității sistemelor ecologice în general. O nouă direcție este, din acest punct de vedere, deschisă de modelare, ale cărei caracteristici conceptuale, ca metodă și rezultate înregistrate, constituie subiectul capitolului următor.

Scanned with OKEN Scanner

MODELAREA ÎN ECOLOGIA MODERNĂ

Se remarcă astăzi faptul că cercetările ecologice impun poate mai mult decît în orice alt domeniu biologic utilizarea modelării. Pe această cale cunoașterea ecologică reușește, se pare, să surprindă mai bine întreaga complexitate a problematicii sistemelor biologice supraindividuale pe care o abordează și să reflecte caracterele lor definitorii din punct de vedere structural, funcțional sau evolutiv.

„În general, un *MODEL* M al unui sistem S este un alt sistem S', care din anumite puncte de vedere este echivalent cu $S(S' \sim S)$ și care poate fi studiat mai ușor cu S. Din determinarea pe S' a unor relații se deduc relații corespunzătoare pentru S'' (Ed. Nicolau, 1977).

Notele definitorii ale modelului implică, așa după cum rezultă din cele citate, utilizarea concepției de abordare sistematică a realității ecologice. Cu toate acestea modelarea ecologică este mai veche. Citățm, spre exemplificare, ecuația logistică de modelare a creșterii populațiilor biologice folosită de către Pearl, Reed sau Gause, ca și modelul matematic Volterra al reglajului reciproc pradă-prădător. Conceptele fundamentale pentru ecologie (piramidă trofică, rețea trofică, biocenoză, ecosistem) au căpătat un înțeles mai profund prin folosirea gîndirii sistemice. În paralel, este cunoscută evoluția modelelor privind energetica și producția sistemelor ecologice.

Depășind perioada clasică pentru ecologie, care dealtfel este și foarte recentă, vom încerca să evidențiem progresele obținute în ultimii ani odată cu diversificarea crescîndă a tipurilor de modele utilizate de către ecologie. În acest scop trebuie să reamintim cititorului că, în prezent, se recunosc următoarele categorii majore de modele (*M*): *M mental* sau idealizat, concretizat pe baze *logice*, calitative cît și

Scanned with OKEN Scanner

matematice, cantitative, ca și *M material* atît cel *similar*, cît și cel *analogic*.

MODELUL LOGIC (ML) de reprezentare a organizării sau evoluției sistemelor ecologice se utilizează în diferite trepte de complexitate, de la simpla reprezentare diagramatică calitativă a relațiilor între structurile sistemice, pînă introducerea pentru respectivele relații de operatori datorați algebrei booleene.

Foarte cunoscute pentru ecologie sînt, *ML* de factură grafică reprezentînd aspecte diferite pentru un ecosistem; piramida eltoniană, rețeaua trofică, cicluri biogeochimice. *ML* de acest gen ilustrează caracteristici fundamentale, greu de evidențiat direct din datele de studiu ale ecosistemului fără o ordonare și schematizare corespunzătoare. Simplificările prin modelare a realității analitice evidențiază însă structuri și procese de nivele superioare din punctul de vedere al complexității lor. Prin acest specific, *ML* deschid calea alcătuirii de modele matematice a ecosistemelor, capabile realizării de prognoze.

Prin interesul pentru ecologie ne vom opri, în cele ce urmează, asupra *ML* cu operatori booleeni.

ML cu operatori booleeni sînt rare în literatura de specialitate. Ele prezintă caracteristici intermediare între un *ML* pur și un *M* matematic, cantitativ prin faptul că permit conturarea unor rezultante principial cantitative ale interacțiunilor subsistemice. Un astfel de *ML* a fost realizat de M. Tufescu și V. Decu (1977) în explicarea reglajului numeric al populațiilor biocenozei de guano din „Peștera lui Adam" (Băile Herculane). Îl prezentăm în fig. 31 într-o formă modificată.

În funcție de ponderea diferită a populațiilor, autorii notează împărțirea biocenozei în două subsisteme: unul principal, grupînd 99,4% din totalul indivizilor și altul secundar, reprezentînd 0,6%. Posibil să existe și un subsistem terț datorat populațiilor slab reprezentate numeric, care la primele estimări au fost scăpate din vedere. Oricum acest fapt este atestat de lista mai mare de taxoni decît cei prezentați în fig. 31.

Pentru ilustrarea funcționalității ecosistemului pe bază de *operatori de algebră Boole* se impune a sublinia că acesta se află într-un echilibru ecologic conform celui de-al doilea

Scanned with OKEN Scanner

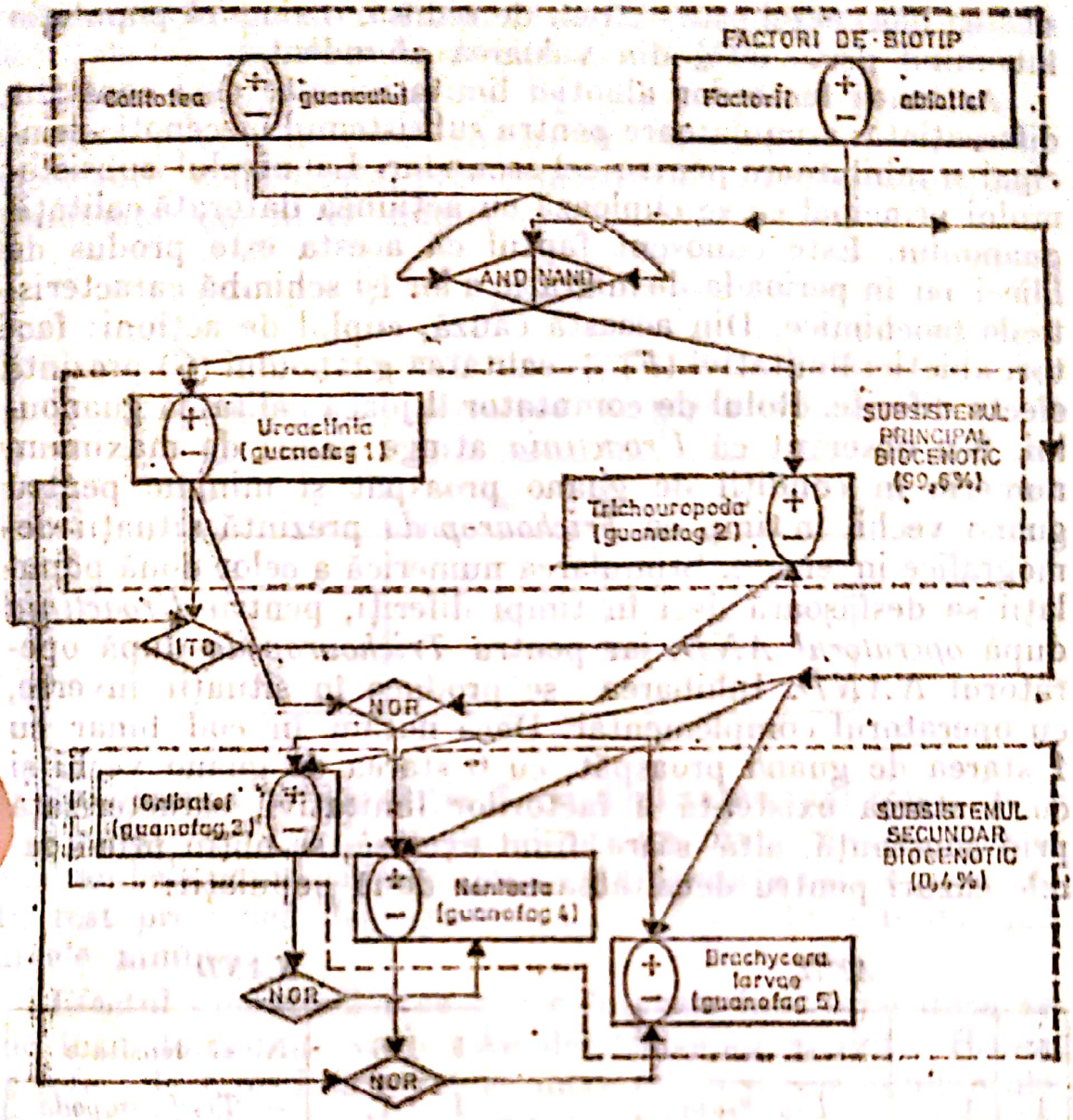


Fig. 31 Modelul logic cu operatori de algebră Boole pentru explicarea funcționării biocenozei de guano din „Peștera lui Adam"; ITD — operator de interdicție.

principiu al lui A. Thienemann. În acest cadru rolul limitativ îl joacă factorii abiotici specifici: temperatura și umiditatea ridicată. Acțiunea lor are drept efect inhibarea dezvoltării numerice a speciilor cavernicole comune zonei temperate și dezvoltarea excesivă a populațiilor constituind subsistemul principal. Acesta este format din două populații inegal dezvoltate, cea mai numeroasă, 99% din indivizii biocenozei, fiind *Uroactinia cf. coprophila*. Se observă deci că diver-

sitatea biocenezei este extrem de redusă, o singură populație întrunind peste 90% din valoarea abundenței.

Acțiunea factorilor abiotici limitativi este deci constant diferențiată: stimulatoare pentru subsistemul biocenotic principal și inhibitoare pentru cel secundar. La nivelul subsistemului principal ea se cuplează cu acțiunea datorată calității guanoului. Este cunoscut faptul că acesta este produs de lilieci, iar în perioada de migrație a lor își schimbă caracteristicile biochimice. Din această cauză, cuplul de acțiuni: factori abiotici limitativi (F) + calitatea guanoului (G) prezintă efecte diferite. Rolul de comutator îl joacă calitatea guanoului. S-a observat că *Uroactinia* atinge valori de maximum numeric în condiții de guano proaspăt și minime pentru guano vechi, în timp ce *Trichouropoda* prezintă situații demografice inversate. Stimularea numerică a celor două populații se desfășoară deci în timpi diferiți, pentru *Uroactinia* după *operatorul AND*, iar pentru *Trichouropoda* după operatorul *NAND*. Inhibarea se produce în situații inverse, cu operatorul complementar. Dacă notăm în cod binar cu 1 starea de guano proaspăt, cu 0 starea de guano vechi și cu 1 starea existentă a factorilor limitativi, caracterizată prin constanță, altă stare fiind exclusă, se obțin următoarele cazuri pentru densitatea celor două populații:

AND

F	G	Nivel densitate
1	1	+ *Uroactinia*
1	0	— „

NAND

F	G	Nivel densitate
1	1	— *Trichouropoda*
1	0	+ „

Cu + s-au notat nivelele maxime, iar cu — nivelele minime. Nișele celor două specii pentru guano fiind diferite, se explică acțiunea acestuia de comutator. Dar nu numai atît. Precizia schimbărilor este datorată și unui operator de interdicție rezultat din cuplul calitate guano (G) și nivel numeric *Uroachinia* și care se exercită asupra populației de *Trichouropoda*. Biologic aceasta semnifică faptul că, în situații convenabile din punctul de vedere al calității guanoului, *Uroactinia* atinge nivele maxime și, prin concurență,

Scanned with OKEN Scanner

reduce nivelele pentru *Trichouropoda*, care se poate dezvolta la nivele maxime doar în situații de minimum pentru prima.

Un alt *operator* citat în fig. 31 este *NOR* folosit pentru a exprima modul în care cupluri de populații, cu densități superioare, controlează, prin concurență, populațiile imediat următoare cu nivel numeric:

NOR

populația 1	populația 2	populația 3
+	+	—
+	—	—
—	+	—
—	—	+

Se observă că populația *3*, cu densitatea mai mică decît cele notate cu *1* și *2*, poate atinge un nivel maxim numai cînd ambele populații mai abundente prezintă nivele minime. În rest presiunea demografică a celorlalte două îi impune nivele minime.

Efectul operatorilor se poate înțelege mai bine dacă se fac încă două observații care dealtfel sînt corelate. Prima se referă la faptul că nivelele maxime, ca și cele minime ale populațiilor sînt diferite, cele mai abundente prezentînd valori superioare celorlalte. Astfel nivelul maxim pentru *Uroactinia* este de ordinul a 10^7 indivizi pe m^3, pentru *Trichouropoda* de 10^5 indivizi pe m^3, în timp ce pentru *Nenteria* numai 10^2 indivizi pe m^3. Cea de-a doua observație, care explică situația anterioară, constă în faptul că *populațiile sînt reglate prin participări tot mai numeroase de operatori în funcție de scăderea ponderii lor în biocenoză*. Să notăm că operatorii prezintă efecte inhibitorii, întrucît rezultă din concurența ce o exercită populațiile subsistemului biocenotic principal, stimulate de caracteristicile biotopului, cît și de celelalte populații mai mult sau mai puțin inhibate de primele.

Scanned with OKEN Scanner

Se constată că, fără îndoială, modelele logice cu operatori, deși nu oferă ca modelele matematice posibilități directe de prognoză numerică, sînt totuși de un interes deosebit. Mai mult decît un oricare model logic, ele permit a se trage concluzii asupra evoluției nivelelor numerice, dar poate, ceea ce este extrem de important, ele configurează atît calitativ cît și principial cantitativ, imaginea funcționalității ecosistemului. Avantajele citate pot fi folosite în descifrarea organizării unor ecosisteme complexe, modelele logice cu operatori schițînd strategia de ansamblu a elaborării ulterioare de modele matematice.

MODELUL MATEMATIC (MM) prezintă o foarte largă arie de folosință în ecologia modernă, existînd diferite variante în funcție de complexitatea sistemului abordat. Din acest punct de vedere se constituie inițial modele parțiale ale organizării și evoluției unui ecosistem. Clasa cea mai largă de *MM* parțiale o reprezintă cele duale în care elementele constitutive sînt pe de o parte factorul fundamental responsabil de o anumită modificare, pe de alta populația analizată.

MM duale sînt simplificări ale realității ecologice și se pot utiliza convenabil numai în situația în care dintre toți factorii modificatori ai unei populații unul singur este determinant, fapt care se probează prin valori de peste 0,8 ale coeficientului de regresie.

Un caz concret de utilizare a *MM* duale îl găsim în ecuația dinamicii abundenței populației dominante din guanoul Peșterii lui Adam, *Uroactinia* cf. *caprophila* (M. Tufescu și V. Decu, 1977). Rezultă din paginile anterioare că în ecosistemul cavernicol respectiv se pot induce modificări demografice pe parcursul unui an prin emigrarea și imigrarea liliecilor. O soluție elegantă de cuantificare a acestui proces, în absența unor analize biochimice de detaliu a guanoului, o constituie realizarea unui calendar anual dependent de prezența sau absența chiropterelor. Dacă se notează cu zero luna de plecare sau revenire a populației de lilieci și se scade sau se adună o unitate lunar în funcție de dinamica producătorilor de guano, se obține un calendar negativ, întrucît sînt prezente valori pozitive, dar și negative. Prin egalizarea valorii minime negative cu zero va rezulta un calendar exclusiv

pozitiv care se poate folosi ca bază de calcul pentru dinamica populației dominante de guanofag — *Uroactinia* cf. *coprophila*. Interesant este faptul că pe baza calendarului pozitiv se obține un grafic cu evoluție continuă, în timp ce calendarul normal conduce la un grafic cu variații discontinue, dezavantajos pentru modelare matematică.

M M al abundenței medii pentru populația de *Uroactinia* cf. *coprophila* în straturile 0—30 cm adîncime în guano este:

$$\bar{A}_t = 0{,}006.464\, t_i^2 + 0{,}024.540\, t_i + 0{,}088.909$$

în care t este timpul măsurat în luni al calendarului pozitiv, iar densitatea medie pentru o lună (i) și un strat anume (j) se obține din ecuația:

$$\bar{d}_{i,j} = K_{i,j} \cdot \bar{A}$$

unde Ki, j este un factor specific calculabil pe baza datelor de teren.

M M al abundenței $\bar{A}_i = f(t)$ a permis un calcul de extra- și interpolare pentru datele existente, care se refereau doar la trei luni, ceea ce a condus la reconstituirea evoluției numerice a populației de *Uroactinia* cf. *coprophila* pentru cele zece luni ale calendarului pozitiv. Valorile calculate s-au verificat prin testare Pearson, demonstrîndu-se că includ diferențe nesemnificative față de cele reale pentru o probabilitate de 99,9%.

Pornind de la *M M* duale se pot structura *M M parțiale* cu diferite grade de complexitate pentru ecosistem. Un caz concret îl întîlnim în modelarea dinamicii ecosistemelor lotice din biomul pădurilor de conifere din S.U.A. inițiată de grupul interdisciplinar de la Universitatea Statului Oregon (C.D. McIntire, J.A. Colby și J.D. Hall, 1974). Subsistemele s-au identificat pe baza proceselor caracteristice, pentru fiecare calculîndu-se *M M* parțiale. De exemplu, în privința consumatorilor primari s-au realizat seturile de patru *M M* parțiale corespunzînd celor patru subsisteme componente caracterizate predominant de următoarele procese: de păscut, de mărunțit, de colectat și procese specifice gasteropodelor.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru formele care mărunţesc detritusul, ca şi pentru celelalte grupuri funcţionale de consumatori, s-a identificat următorul set de *M M* parţiale:

$$A_{i(t)} = C_{i(t)} \cdot P_{i(a)}$$
$$C_{i(t)} = B_{i(t)} \cdot C_{i(max)} \cdot C_{f,T(t)}$$
$$R_{i(t)} = B_{i(t)} [a + b\ T]$$
$$E_{i(t)} = B_{i(t)} \cdot P_{i(e)} \cdot T_{fun(t)}$$

în care i = grupul funcţional; $A_{i(t)}$ = rata asimilării la timpul t; $B_{i(t)}$ = biomasa; $C_{i(t)}$ = rata relativă de consum, corectată; $C_{i(max)}$ = rata relativă maximă de consum; $C_{f,T(t)}$ = coeficient de corecţie a ratei de consum; $E_{i(t)}$ = rata emigrării pentru insecte imago; $P_{i(a)}$ = proporţia asimilării; $P_{i(e)}$ = parametrul emigrării; $R_{i(t)}$ = rata respiraţiei; T = temperatura.; $T_{fun(t)}$ = valoarea tabelară termică în funcţie de t; a şi b = parametrii caracteristici grupului;

Prin folosirea programării în *FLEX 2* şi a calculatorului *CDC 3300* s-au realizat cinci variante de simulări, fiecare în două forme diferite. Modelul obţinut a fost analizat ca proprietăţi şi testat ca reflectare a realităţii obiective pe baza datelor concrete obţinute din probe de teren. S-a putut astfel selecţiona varianta cea mai veridică: — modelul consumatorilor (varianta a 5-a) din ecosisteme lotice ale biomului pădurilor de conifere din America de Nord (C.D. McIntire şi colab., 1974)

Caracteristici	Grupuri funcţionale			
	Mărunţitori	Forme ce pasc	Colectori	Prădători
Producţia (g/m² an)	9,15	5,33	2,93	3,93
Biomasă medie (g/m²)	1,74	1,25	0,61	4,00
Rata modificării biomasei (număr/an)	5,25	4,27	4,80	0,98
Emigrare adulţi insecte (g/m² · an)	3,49	0,73	0,83	—
Hrană consumată (g/m² · · an)	314,79	53,97	75,27	11,93
Biomasă consumată de prădători (g/m² · an)	5,29	4,45	2,19	—

Scanned with OKEN Scanner

Datele obținute pe calea *M M* a dinamicii ecosistemului studiat relevă poate mai bine decît exemplul precedent faptul că metoda permite a se obține extra și interpolări eficiente și conduce la constituirea unei imagini de ansamblu a funcționalității trofice a sistemului. În acest scop se folosesc un număr minim de probe, bine repartizate în timp și spațiu, fapt implicat prin alcătuirea unui program riguros al cercetării și prin sondaje preliminarii. Pe baza lor se pot construi *M M* pentru diferitele procese ecologice, completîndu-se imaginea obținută datorită datelor de teren pentru perioada cînd lipsesc evidențe prin probe. În acest scop se impun două etape: a). identificarea distribuției teoretice a procesului ecologic și construirea *M M* ; b) testarea realității acestui *M M* pe baza datelor de teren existente prin comparație cu cele calculate.

Posibilitatea de a se obține date din calcul pentru perioade, cînd nu există evidențe prin probe, rezidă din caracteristicile sistemelor ecologice (și biologice în general) ca o anumită trăsătură la timpul $(t + \Delta t)$ să includă cumulativ, cu o ponderare de factură calculabilă, specificul valoric al trăsăturii respective al diferitelor momente pe parcursul intervalului Δt. În acest fel un caracter măsurat în momentele t și $(t + \Delta t)$ poate fi descifrat prin *M M* în privința reprezentării sale valorice pentru momentele intermediare din intervalul Δt.

Pe linia celor evidențiate, însăși testarea veridicității unui *M M* prezintă un specific demn de menționat. Un număr mic de probe, bine repartizate temporal, poate permite o eficientă testare pentru *M M* complet, construit pentru întreaga etapă. O imagine grosieră a acestei bune repartiții în timp a probelor o reprezintă de exemplu intervalul constant de prelevare Δt. În acest caz pe baza unei probe prelevate la timpul t și a distribuției valorice a caracterului ecologic studiat, prin contribuția unui *M M* se pot face deducții realiste pentru valorile acestuia în intervalele $(t \pm 1/2\ \Delta t)$. Testarea între setul de valori t și seturile de valori $(t \pm 1/2\ \Delta t)$ se va realiza tocmai prin verificarea distribuției valorice identificate, în care valorile observate în timpul t prezintă caracteristicile mediei.

Rezultatele sînt demne de remarcat existînd o netă superioritate a metodei de cercetare în care se îmbină explorarea terenului după un program elaborat și descifrarea informației

Scanned with OKEN Scanner

prin *M M*. Mai mult: în cazul unor modificări ale mediului în limitele datelor *M M*, se pot prospecta evoluțiile sistemului și elimina cazurile defavorabile încă din stadiul prospectiv. În situația unor modificări ale sistemului a căror date nu au fost cuprinse în *M M*, se impune explorarea comportamentului în aceste condiții prin folosirea de modele similare și ulterior construirea unui nou *M M*.

În acest fel ecologia trofo-dinamică sau demografică, cu rigori și dificultăți de cercetare subliniate de P.B.I., capătă prin modelare posibilități noi de dezvoltare.

MODELUL SIMILAR (M S) este folosit în ecologie, așa cum s-a menționat, în situațiile în care comportamentul sistemului studiat nu este cunoscut în raport cu unii factori. Acești factori sînt impuși mai ales prin amenajarea de către om a teritoriului. *M S* se inițiază prin prelevarea din natură a unor probe de medii și indivizi Caracteristicile mediului abiotic, raporturile dintre specii (valorile abundenței), cît și reprezentarea numerică a speciilor (valorile densității) se păstrează similare cu cele din natură; se modifică numai valorile acelor factori a căror acțiune se urmărește. Evident se pot impune două categorii de factori: biotici și abiotici.

În primul caz se creează seturi de modele, diferențele între seturi fiind legate de densitatea (și implicit abundența) speciei urmărite.

În cel de-al doilea caz diferențele între seturi se referă la modificarea valorică a unui factor abiotic. Probele se păstrează în condiții termostatare și de control a caracteristicilor lor fizico-chimice. Ele trebuie să fie suficient de mari pentru a permite prelevări de subprobe în vederea studierii modificării mărimii și producției populațiilor studiate.

M S se bazează în alcătuirea lor pe metodologia analizei factoriale și se finalizează prin obținerea de *M M* a căror comportament poate fi apoi studiat în continuare pentru cadrul de factori stabilit. Desigur, nu se pot face predicții corecte asupra acțiunii unor factori nestudiați în raport cu sistemul.

Un caz concret de utilizare a *M S în abordarea unui sistem ecologic cu factori abiotici modificați* a fost exemplificat în cadrul proiectului de amenajare a golfului Galveston, aflat la sud de Houston (D.C. Cooper, 1972). Golful se găsește sub acțiunea a trei influențe majore: aport dulcicol (prin rîul

Trinity), aport de ape marine și aport de ape poluate (menajere și industriale). Amenajarea impunea o îndiguire a gurii rîului Trinity, ceea ce reduce evident debitul dulcicol și modifica echilibrul chimic și biotic în golf. Rezultatul, imprevizibil, în privința modificărilor biocenotice, se putea concretiza în principiu în scăderea valorii trofice a bazinului pentru ichtyo-faună, ceea ce ar fi reprezentat un efect nedorit.

Pentru elucidare s-au început investigații asupra modificării sistmului ecologic. S-au utilizat șase seturi de variante de simulare pe baza asociațiilor planctonice naturale, a sedimentului și apei din golf. Cele șase seturi de culturi au beneficiat de sisteme de menținere a parametrelor abiotici la valorile impuse de experiment. Durata experiențelor a depășit opt luni pe parcursul cărora s-au efectuat măsurători ale modificărilor produse de factorii abiotici studiați asupra celorlalți factori abiotici și a biocenozei.

Rezultatele simulării au evidențiat un efect general de salinizare a bazinului existînd, în funcție de poziția geografică a punctelor din golf, sporuri de 2—33 g‰. În aceste condiții diversitatea planctonului scade aproximativ de două ori. De remarcat faptul că diversitatea zooplanctonului se modifică după o pantă de 1,3 ori mai abruptă decît a fitoplanctonului. Această modificare este drastică întrucît, în condiții similare de experiment, zooplanctonul scade ca diversitate în raport cu salinizarea de la 1,65 la 0,5 biți, respectiv de 3,3 ori, în timp ce fitoplanctonul scade de la 2 la 0,8 biți, adică numai de 2,5 ori. Fitoplanctonul este deci mai puțin afectat ca structură, ceea ce îi va permite menținerea în principiu a potențialului productiv.

În situația simplificării informaționale a biocenozei planctonice, ca și a reducerii importului și exportului de carbon organic, se obțin modificări ale bilanțului energetic și producției biologice. Condițiile citate impun ca producția întregului plancton să se reducă la rîndul ei.

Prin corelațiile care se prezintă în studiul citat este posibil ca modificările componenței zooplanctonului (deși nu sînt precizate de autori) să fie legate mai ales de scăderea proporției filtratorilor mari. Este semnalat însă în paralel și procesul trecerii treptate a biocenozei de la regim heterotrof la regim autotrof. Modificarea este condiționată atît de reducerea filtratorilor mari, consumatori ai fitoplanctonului, cît

Scanned with OKEN Scanner

și de salinizarea bazinului care acționează ca un factor frenator al evoluției numerice a producătorilor primari planctonici. În acest cadru al reducerii biomasei totale planctonice (de la 3,7 la 2,2 kcal·m^2), producția netă fitoplanctonică va scădea numai puțin. În schimb însă reducerile mai ales din rîndul consumatorilor fac ca respirația planctonică globală să scadă. Aceasta are ca rezultat trecerea de la regimul heterotrof, cu raportul $PG/R = 0{,}6$, la un regim autotrof, cu $PG/R = 1$, pentru biocenoza planctonică, rezultînd un efect de echilibrare ecologică. Consecințele îndiguirii rîului conduc, deci, la stabilirea unui nou echilibru ecologic în golf. Se pare că, în ansamblu, golful nu va suferi efectele eutrofizării, ci o involuție în acest sens întrucît experimentul demonstrează scăderea fosfaților din masa apei, ca și celelalte consecințe deja menționate, corelabile în acest sens. Demn de remarcat și aspectul neevidențierii înfloririlor algale. Bazinul oferă deci o bază trofică mai redusă pentru ihtiofaună, fapt resimțit mai ales în zona estuarină. Nu se fac referiri asupra modificării noului echilibru în situația sporirii aportului de ape poluate.

Datele obținute prin *M S*, în urma interpretărilor, au condus la alcătuirea a patru *M M* în privința bugetului energetic al sistemului în funcție de evoluția sa în timp (la 60, 120, 180 de zile și la $t = \infty$).

M S pentru urmărirea celeilalte situații, a influențelor produse prin modificarea inițială a factorilor biotici poate fi ilustrat prin cercetările lui R.B. Davis, D.L. Thurlow și F.E. Brewster (1974). S-au simulat prin trei seturi de culturi cu cîte șase variante efectele pe care le produce acțiunea de săpare a sedimentului de către tubificide asupra circulației fosforului între substrat și stratul limitrof de apă. Ca pentru orice *M S* s-a impus un sistem tehnic de menținere a culturilor la parametrii doriți în privința factorilor abiotici, cei biotici fiind controlați la rîndul lor periodic. Simularea s-a desfășurat pe parcursul a 60 de zile.

Asociația bentonică a experimentului cuprindea tubificide, larve de *Chaoborus*, hidracareni, ostracode, copepode și larve de chironomide. Cele șase variante ale unui set de *M S* au fost determinate de trei niveluri diferite ca conținut de oxigen și două din punctul de vedere al densității tubificidelor. S-au folosită asociații cu 90% *Limnodrilus* și 10% *Tubifex*. Fos-

forul s-a urmărit prin metoda izotopică prin introducere inițială în culturi a $H_3{}^{32}PO_4$. Au fost abordate prin *M S* următoarele probleme privind dinamica fosforului:

1) scăderea fosforului marcat din stratul de apă limitrof și preluarea lui de sediment;

2) mobilitatea fosforului marcat în sediment;

3) eliminarea fosforului marcat din sediment în stratul de apă;

4) faza de izobutanol (PO_4 — R) și respectiv faza apoasă (non PO_4—R).

5) fracțiunile din sediment cu fosfor marcat (s-au identificat douăsprezece).

Rezultatele obținute prin *M S* au permis a se trage concluzia sporirii ratei pătrunderii fosforului în sediment prin activitatea tubificidelor și prin difuziune. S-a constatat de asemeni că prezența tubificidelor nu are consecințe în eliberarea fosforului din sediment în apă.

Cele două cazuri de folosire a *M S* citate sînt diferite și din alt punct de vedere.

M S pentru golful Galveston ne permite a evidenția situația de explorare a unor modificări în viitor pentru sistemul ecologic prin valori factoriale neincluse în dinamica prezentă. Experimentul prin *M S* conduce deci la obținerea unui nou *M M* față de cel precedent. Este interesant să remarcăm faptul că, în acest caz, atît *M M* inițial, cît și cel derivat devin de fapt *M M* parțiale, impunîndu-se un nou *M M* de ansamblu. Se lărgește astfel imaginea privind comportamentul sistemului explorat.

M S al rolului tubificidelor în dinamica fosforului reprezintă o altă situație și anume de adîncire a cunoașterii comportamentului unui sistem ecologic. Am putea spune că el se referă la studierea acestuia în condiții nemodificate cu rolul de a desprinde mai atent anumite caracteristici neidentificate anterior. *M M* obținut în acest caz relevă aspecte de interpolare, în timp ce *M M* anterior aborda o realitate nouă.

MODELUL ANALOGIC (M A) a apărut inițial să ofere mari posibilități cercetării. În ultimul deceniu însă s-a demonstrat că șansele lui de evoluție sînt mici, pe această linie fiind puternic concurat de realizările din domeniul *M M*. Calculatoarele electronice, prin programe de explorare

și exploatare a datelor, se dovedesc superioare datorită universalității lor față de calculatoarele analogice utilizabile pentru un singur program. Eficiența *M A* nu se poate discuta decît favorabil în privința cercetării, ci în domeniul didactic. Într-adevăr, în acest cadru *M A* își dovedesc utilitatea prin faptul că fiecare proces își are corespondentul său în model, ceea ce permite urmărirea pe etape a unor mecanisme complexe ecologice.

Cel mai frecvent sistem de *M A* în scop didactic îl reprezintă un lot statistic de bile de culori diferite care prin amestec conduc la realizarea de cupluri întîmplătoare. Avantajul pentru învățămînt al unor astfel de *M A* este datorat și echivalenței între o bilă și un individ. Se vor introduce atîtea culori diferite în model cîte structuri diferite prezintă sistemul modelat. Avantajos este a se modela un sistem format dim 2—3 structuri diferite, reprezentate tot prin atîtea seturi de bile de culori diferite, și 1—2 structuri nefigurate fizic, dar participante prin regulile *M A*. Fiecare structură sau subsistem modelat prin bile se impune a fi reprezentat printr-o proporție față de întregul sistem determinată de specificul organizării acestuia.

După stabilirea regulilor de funcționare și a construirii *M A* se studiază comportarea acestuia în timp, prin ținerea unei evidențe a evoluției numărului de bile din seturi diferite. Programul de reguli, anterior desfășurării modelării, trebuie studiat pe calculator ca medie și variantă de evoluție numerică permisă a *M A* pentru a se evita valori de distrucție sau maximă complicare pentru model. Acest fapt se impune ținînd seama de caracterul didactic al *M A*.

Este interesant de remarcat un aspect specific tipului de *M A* citat. Prin cuplarea întîmplătoare a bilelor și modelarea întîmplării, același program repetat de un număr finit de ori conduce la rezultate diferite privind evoluția sistemului, ceea ce menține un interes viu pentru model din partea experimentatorului. Un set de *M A* a fost realizat recent de către M. Tufescu în cadrul manualului de lucrări practice de biologie generală alcătuit de colectivul format din M. Tufescu,

Scanned with OKEN Scanner

L. Gavrilă, V. Soran și N. Cîmpeanu (1977). Vom cita două cazuri de modelări analogice: *Wisarcot* și *Ramcot*.

Modelarea analogică Wisarcot concretizează cazul de reglaj reciproc al unei populații pradă și a unei populații prădător. Se poate obține de exemplu un grafic similar celui prezentat de Mac Lulich, în 1937, asupra oscilațiilor ciclice a populațiilor de *Lepus americanus* și *Lynx canadensis*. Similitudinile se constată în următoarele două aspecte:

— populația pradă prezintă un maxim numeric superior celui datorat populației prădător, fapt datorat natalității specifice mai mari, cît și startului eltonian al *MA*;

— maximum numeric al populației prădător se produce ulterior maximului populației pradă respectîndu-se regulile circulației trofice.

Modelarea analogică Ramcot permite studierea evoluției structurii genetice a unei populații supuse acțiunii factorilor ecologici care acționează în sens selectiv. Această modelare permite de exemplu urmărirea modificării raportului între formele melanice și normale din cunoscutul caz de evoluție a populațiilor de *Biston betularia* din pădurile poluate ale împrejurimilor orașului Manchester.

STRATEGIILE MODELĂRII ECOLOGICE sînt impuse atît de complexitatea proceselor ecologice, cît și de modelele ce se pot utiliza pentru studierea lor. Tot mai mult ecologia modernă nu mai recurge la simple modele de cercetare, ci la programe vaste de studiu a ecosistemelor în care se îmbină, după anumite reguli, metode diferite. Se constituie astfel strategii de abordare a proceselor ecologice. După cum s-a evidențiat, fiecare clasă de modele dintre cele patru relatate prezintă mai mult sau mai puțin eficiențe și funcționalități diferite. Rezultatul acestui fapt rezidă în eșalonarea unor modele din clase diferite în studierea unui sistem și alcătuirea practic a unor strategii de studiere a sistemului pe calea modelării. Dacă notăm cu *DRT* în mod global atît datele obținute prin probe de teren, cît și realitățile terenului, și păstrăm în continuare simbolurile folosite anterior, putem descrie trei categorii de strategii în modelare pe care le vom schița în cele ce urmează:

Strategia de teren (specifică ecologiei de teren): *DRT — ML — MM*... Este cazul strategiei celei mai simple. Din datele terenului (*DRT*) se trag concluzii asupra unor procese ecologice construindu-se modele logice (*ML*) care servesc apoi la elaborarea de modele matematice de diferite grade de complexitate *(MM)*.

Strategia experimentală (specifică studierii proceselor ecologice în laborator prin experiment pe loturi de organisme) se desfășoară în două faze. Prima fază reprezintă obținerea de informații și se realizează prin strategia de teren. A doua fază înseamnă experimentul propriu-zis înglobînd următoarea desfășurare: $DRT_2 — ML_2 — MS — MM_2$. Cunoscînd o anumită reprezentare reală a ecosistemului și procesele specifice (prin strategia de teren) se includ factori modificați (DRT_2), constituindu-se o nouă ipoteză (ML_2) probată prin experiment (*MS*), ceea ce permite alcătuirea unui nou model matematic al sistemului (MM_2)

Strategia analogică (specifică, folosirii modelelor analogice) se desfășoară ca și în cazul precedent în două faze. Întrucît folosește simularea, se impune o primă fază de strategie de teren pentru informațiile necesare. A doua fază, reprezentînd un experiment analogic, este compusă din următoarele momente principale: $MA — MM$ $(^{1,2})$. Prin simulare (*MA*) se obțin date privind comportarea sistemului studiat. Se constituie, ca urmare, modele matematice reflectînd fie comportamentul sistemului în reperele date de teren (MM_1), fie în condiții modificate (MM_2)

Ecologia modernă, prin obiectul de studiu reprezentat de sisteme complexe cu un specific statistic și probabilistic, impune, pentru o abordare eficientă, modelarea. Este interesant de arătat că tratate cunoscute de ecologie, în ultimile ediții rezervă un capitol special acestei probleme. Așa este de exemplu tratatul lui E. Odum, care în ediția a treia (1971) are cel de al zecelea capitol dedicat exclusiv modelării, elaborat de un specialist al domeniului.

În principiu se recunosc, deci, patru clase de modele: *ML*, *MM*, *MS*, *MA*. Fiecare dintre ele prezintă caracteristici

Scanned with OKEN Scanner

funcționale care le impun a fi folosite cu maximum de avantaj în situații specifice. În perioada actuală remarcăm trecerea treptată de la utilizarea singulară a modelării la strategii de modelare incluzînd un algoritm de modele prin care se testează comportamentul sistemelor explorate cu o eficiență sporită. În prezentul capitol se identifică și trei categorii mai importante în privința strategiilor modelării: de teren, experimentală și analogică.

BIBLIOGRAFIE ORIENTATIVĂ

ANDREWARTHA H.G., BIRCH L.C. — *The distribution and abundance of animals.* „University of Chicago Press", 1954.

BĂNĂRESCU P. — *Pisces, Osteichthyes.* Edit. Academiei R.P.R., 1964.

BOGUE D.P. — *Principles of demography.* John Wiley and Sons Inc., New York, 1969.

BOTNARIUC N., BOLDOR O. — *Evolution de la production primaire dans les eaux de la zone inondable du Danube.* „Verh. internat. Verein. Limnol. ", 19, 1974, 1723.

BOTNARIUC N. — *Concepția și metoda sistemică în biologia generală.* Edit. Academiei R.S.R., 1976.

CEAPOIU N. — *Metode statistice aplicate în experiențele agricole și biologice.* Edit. agro-silvică, 1968.

CRAIU V. — *Verificarea ipotezelor statistice.* Edit. didactică și pedagogică, 1972.

COOPER D.C. — *Fluvial-estuarine water resource optimization: Microecosystem simulation of river-estuarine productivity relationships...* Verh. internat. Verein. Limnol.," *18*, 1972, 236.

CUMMINS K.W., WUYCHECK J.C. — *Caloric equivalents for investigations in ecological energetics.* „Mitt. Internat. Verein. Limnol.," *18*, 1971.

DARWIN CH. — *Originea speciilor prin selecție naturală sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență.* Edit. Academiei R.S.R., 1957.

DAJOZ R. — *Precis d'ecologie.* Dunood, Paris, 1970.

DAJOZ R. — *Dynamique des populations.* Masson et C-ie, Paris, 1974.

DAVIS R.B., THURLOW D.L., BREWSTER F.E. — *Effects of burrowing tubificid worms on the exchange of phosphorus between*

Scanned with OKEN Scanner

lake sediment and overlying water. „Verh. internat. Verein. Limnol." *19*, 1964, 382.

DECOU V., TUFESCU M. — *Sur l'organisation d'une biocénose extrême: la biocénose du guano de la grotte „Peştera lui Adam" de Băile Herculane (Carpates Méridionales, Roumanie)*. „Trav. Inst. Speol. „Emile Racovitza", 1976, *15*, 113.

ELTON CH. — *Animal ecology*. Methuen & C-ie, London, 1927 (reeditat 1966).

EDMONDSON W.T. — *Secondary production*. „Mitt. int. Ver. Limnol.", No. 20, 1974, 229.

ELLIOTT J.M. — *Some methods for the statistical analysis of samples*. „F.B.A.". No. 25, The Ferry House, 1971.

FISHER R.A., YATES F. — *Statistical tables for biological, agricultural* and *medical research*. Oliver and Boyd, Edinburgh, 1970.

GARFINKEL D. — *Digital computer simultation of ecological systemus*. „Nature", 1962, *194*, 856.

GAVRILĂ L., CHIOSILĂ I., SCHNEIDER A. — *Primärproduktion im Crapina-Jijila-Komplex*. „Arch. Hydrobiol" Suppl. *44*, 1972, 10.

GAUSE C.F. — *The struggle for existence*. Hafner Publ. Comp., New York and London 1966 (prima ediţie 1934).

GHEORGHE A.V. — *Ingineria sistemelor*. Edit. Academiei R.S.R., 1979.

HALFON E. — *Theoretical systems ecology*. Academic Press, New York, 1979.

IVANOV M.V. — *Metod opredelenia producţii bacterialnoi biomassi v vodoeme*. „Mikrobiologhia", 1955, *24*, 79 — 89.

IVLEV V. — *Eine Mikromethode zur Bestimmung des Kaloriengehalts von Nahrstoffen*. „Biochem. Ztschr.," 1934, *275*, 49.

JEFFERS J.N.R. (edited by) — *Mathematical models in ecology*. „Symp. of British Ecol. Soc.", 1972.

JUDAY CH. — *The annual energy budget of an inland lake*. „Ecology", 1940, *21*, 438.

KORMONDY E.F. (edited by) — *Reading in ecology*. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1965.

KUZNEŢOV S.I., ROMANENKO V.I. — *Mikrobiologhicescoe izbucenie vnutrenih vodoemov*. Akad. Nauk S.S.S.R., Moskva, 1963.

LACK D. — *The natural regulation of animal numbers*. Oxford, Clarendon Press, 1967.

LINDEMAN R.L. — *The trophic — dynamic aspect of ecology*. Ecology, 1942, *23*, 399.

Scanned with OKEN Scanner

MacARHUR R.H., CONNELL J.H. — *Biologia populațiilor*. Edit. științifică, 1970.
MacFADYEN A. — *Animal ecology, aims and methods*. Sir Issaac Pitman & Sons & Ltd, London, 1966.
McINTIRE C.D., COLBY J.A., HALL J.D. — *The dynamics of small lotic ecosystems: a modeling approach*. „Verhint. Verein. Limnol." *19*, 1974, 1599.
McLAREN I.A. (edited by) — *Natural regulation of animal populations*. Atherton Press, New York 1971.
MIHOC GH., MUJA A., DIATCU E. — *Bazele matematice ale teoriei fiabilității*. Edit. Dacia, Cluj-Napoca, 1976.
MARGALEF R. — *Perspectives in ecological theory*. Univ. of. Chicago Press, Chicago, 1968.
NICOLAU ED. — *Analogie, modelare, simulare cibernetică*. Edit. științifică și enciclopedică, 1977.
ODUM E.P. — *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, 1971.
PAPADOPOL M. — *Hidrobiologie (Limnologie biologică)*. Univ. din București, 1978.
PATIL G.P., PIELOU E.C., WATERS W.E. (edited by) — *Statistical ecology*. Penn. State Univ. Press, 1971.
POP E. — *Contribuții la istoria vegetației din Transilvania*. „Bul.Grăd. Bot. și Muz. Bot. Univ. Cluj", 1932, *1—2*, 29.
POP E. — *Mlaștinile de turbă din Republica Populară România*. Edit. Academiei R.P.R., 1960.
SCHWERDTFEGER F. — *Is the dendity of animal populations regulated by mechanisms or by chance?* Proceed 10-th Int. Congr. Entomol., 1958, *4*, 115.
SNEDECOR G.W., COCHRAN G.W. — *Metode statistice aplicate în cercetările de agricultură și biologie*. Edit. didactică și pedagogică, 1968.
STUGREN B. — *Ecologie generală cu elemente de ocrotirea naturii*. Edit. didactică și pedagogică, 1965.
STUGREN B. — *Ecologie generală*. Edit. didactică și pedagogică, 1975.
TEODORESCU D. — *Ingineria biosistemelor*. Edit. Facla, Timișoara, 1978.
TUFESCU M., DECOU V. — *Modèles préliminaires de la dynamique des populations principales de la biocénose du guano de la grotte „Peștera lui Adam" de Băile Herculeane (Roumanie)*. „Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza»", 1977, *16*, 85.

Scanned with OKEN Scanner

TUFESCU M., GAVRILĂ L., SORAN V., CÎMPEANU N. — *Lucrări practice de biologie generală*. Edit. didactică și pedagogică, 1977.
VENTSEL H. — *Théorie des probabilités*. Edit. MIR, Moscou, 1973.
WATSON A. (edited by) — *Animal populations in relation to their food resources*. Symp. of British Ecol. Soc., 1970.
WOODWELL AND SMITH EDIT. — *Diversity and stability in ecological systems*. „Brookhaven Sym. Biol." No. 22, 1969.
WINBERG G.G. — *Energy flow in aquatic ecological system* „Polskie Archiw. Hydrobiol.", Warszawa, 1970, *1—2*, 11.

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA A III-A

ECOLOGIA ÎN FUNCȚIE DE MEDIUL DE VIAȚĂ

CATEGORII DE ECOSISTEME

Ecologii s-au obișnuit să identifice trei categorii de ecosisteme după mediul în care se află: marine (sau oceanice), de ape dulci continentale și terestre. Evoluția rapidă din ultimele decenii ale ecologiei a impus o serie de reconsiderări. După cum este cunoscut, la începutul secolului, celebrul biolog român Emil Racoviță fundamentează un nou domeniu — cel al biospeologiei. Concretizarea biospeologică a ecologiei, produsă mai ales, în ultimele două decenii în S.U.A, Franța și R.S. România, a permis identificarea unei întregi clase de ecosisteme hipogee al cărui loc nu era găsit în vechea clasificare. Pe de altă parte, prin „Conferința O.N.U. cu privire la mediul înconjurător", ținută în 1972, la Stockholm, se ajungea, în funcție de noile realități, la gruparea ecosistemelor în trei clase majore: cele naturale, cele modificate și cele amenajate.

Prin *ecosisteme naturale* se înțeleg acele ecosisteme în care efectul impactului uman nu este resimțit. Fiind vorba practic de ecosisteme „virgine", numărul lor pare a fi foarte redus, dacă nu egal cu zero, mai ales după ce s-au găsit urme de D.D.T. în Groenlanda. Teoretic, acest tip ar putea fi concretizat pentru pădurile ecuatoriale, adîncurile oceanelor și spațiile polare în care efectul poluanților și al activității umane este mai puțin resimțit.

Ecosistemele modificate rămîn deci majoritatea celor spontane, caracteristica lor comună constînd în impactul antropomorf indirect. *Ecosistemele amenajate*, aflate în atenția omului pentru obținerea de hrană și materii prime vegetale și animale, prezintă deci specificul acțiunii sale directe, evidențiate prin selecția componenței biocenozei și intervenției permanente de reglare a producției sale.

Scanned with OKEN Scanner

Resintetizînd toate aceste tipuri și clase de ecosisteme, se obține următoarea schemă generală:

I Ecosisteme naturale
II Ecosisteme modificate
- marine
- de ape continentale
- terestre

} { epigee, hipogee

III Ecosisteme amenajate
- agrosisteme
- ecosisteme silviculturale
- spații verzi urbane
- ecosisteme pisciculturale

După cum se observă, doar pentru ecosistemele continentale, fie acvatice, fie terestre, s-a notat posibilitatea existenței atît a unor tipuri epigee (*epis* = deasupra, *geos* = pămînt, din greaca veche), cît și a celor hipogee (*hypos* = dedesubt). Aceasta întrucît se impune un soclu continental ca suport. Cu toate că în zone calcaroase, litorale, se cunosc și peșteri în care au pătruns apele mării sau oceanului, formîndu-se ecosisteme hipogee de factură marină.

Trebuie să observăm că tratarea după coordonate comune a tuturor cazurilor concrete, prezentate în capitolele următoare, este foarte dificilă, atît din cauza unor diferențe de abordare cît și a unor stadii diferite de aprofundare. Vom încerca însă, ținînd seama de reperele ecologice expuse în prima parte a lucrării, să ilustrăm fiecare caz particular atît prin problemele specifice mai importante, cît și prin indicații de factură sintetică, de schițare a entității ecosistemice sau grupărilor de ecosisteme.

De la gînditorii clasici greci pînă la biologii moderni se consideră pe drept cuvînt marea ca fiind leagăn al vieții. Într-adevăr, cercetările biochimice au arătat că Oceanul Primar a reprezentat un mediu favorabil sintezelor chimice abiogene de substanță organică și realizării unor formațiuni precelulare din ce în ce mai complicate pînă la primele organisme vii. Aceste considerente ne impun să începem prezentarea ecosistemelor planetei cu cele marine.

Ecologia marină face parte dintr-un complex de științe oceanografice care abordează caracteristicile fizice, chimice, geologice, geofizice și biologice ale Oceanului Planetar. Ținînd seama de evoluția rapidă a domeniului oceanografic din ultimele două decenii, care a condus la apariția unui număr mare de tratate, este greu a efectua în cîteva pagini o sinteză interdisciplinară a problemei așa cum o solicită, prin specificul ei, ecologia marină. De aceea ne vom limita în a schița următoarele aspecte: caracteristicile generale ale Oceanului Planetar, divizarea sa, caracteristici generale ale comunităților de organisme și repere în ecologia Mării Negre. Cititorul are la dispoziție, în literatura românească, lucrări dedicate special problematicii oceanografice, așa cum sînt cele ale lui E. Pora și L. Oros („Limnologie și oceanografie", 1974) sau D.A. Ross („Introducere în oceanografie", 1976).

Se notează de obicei cinci *CARACTERISTICI mai importante ale Oceanului Planetar:* suprafața și adîncimea imensă, continuitatea maselor de apă, mișcarea acestora, salinitatea și repartiția specifică a temperaturii și presiunii hidrostatice.

Scanned with OKEN Scanner

Este cunoscut faptul că *Oceanul Planetar ocupă* circa 72% din suprafaţa planetei avînd o adîncime medie de 3 729 metri. Aceasta înseamnă un volum de apă de 1 350 milioane km^3, de 14 ori mai mare decît uscatul emers. Masa imensă de apă oceanică a planetei este un mediu prielnic pentru viaţă, fiind populată pînă la cele mai mari adîncimi de 11 034 m din depresiunea Mindanao de lîngă insulele Mariane. Să nu uităm că cea mai mare altitudine terestră, înregistrată de vîrful Chomolungma, la 8 882 m, nu prezintă aceleaşi semnificaţii, şi anume că viaţa se întinde în atmosferă cu aceeaşi densitate ca în ocean. Aerul fiind un mediu ecologic greu de locuit în permanenţă, avînd o densitate mai mică decît a materiei vii, cu excepţia unor microorganisme purtate pasiv, el este dens populat numai în apropierea substratului terestru, sub forma unei pelicule ce îi urmăreşte neregularităţile.

Continuitatea masei oceanice provoacă mari dificultăţi în studierea sa ecologică. Cercetînd un lac sau o pădure, ecologii pot cu multă siguranţă să delimiteze ecosistemele. Pentru Oceanul Planetar, cu cele trei dimensiuni spaţiale practic infinite pentru om, ecosistemul rămîne mai mult un deziderat teoretic. Mai mult decît atît: oceanul este în permanentă mişcare datorită curenţilor. Ceea ce ar putea să fie o comunitate planctonică destul de bine definită este astfel disociată în spaţii largi în lungul curentului, trecînd prin „degradeuri" insesisabile, în comunităţi diferite. Doar prelevînd probe perpendicular pe mişcarea curentului se pot identifica schimbări mai rapide în componenţa biotică, care ar putea conduce la identificarea de comunităţi diferite.

În acest spaţiu imens, doi factori abiotici joacă un rol fundamental limitativ: salinitatea şi temperatura apei.

Salinitatea este un factor limitativ pentru organismele adaptate la ape dulci sau salmastre, manifestîndu-se în

Scanned with OKEN Scanner

întregul Ocean Planetar. În medie, în apa mării sînt dizolvate circa 35 g săruri la litru, în următoarele cantități:

Săruri	g la l	%
Clorură de sodiu ($NaCl$)	27,21	77,76
Clorură de magneziu ($MgCl_2$)	3,81	10,88
Sulfat de magneziu ($MgSO_4$)	1,66	4,74
Sulfat de calciu ($CaSO_4$)	1,26	3,60
Sulfat de potasiu (K_2SO_4)	0,86	2,46
Carbonat de calciu ($CaCO_3$)	0,12	0,34
Bromură de magneziu ($MgBr_2$)	0,08	0,22
Total	35,00	100,00

Cantitatea de săruri este variabilă în diferite mări și oceane ale planetei. Pentru cercetători a apărut astfel ca o problemă de definire a mediului abiotic clasificarea apelor oceanice după salinitate. S-au propus următoarele sisteme de către: Redeke (1922), Valikangs (1926), Schlienz (1927), Kolbe (1932), Brockman (1940), Hiltermann (1949), Ekman (1953), Remane (1958). În anul 1958 a avut loc la Veneția „Simpozionul de clasificare a apelor salmastre", care a adoptat un sistem unic numit „The Venice System" (sistemul venețian). În conformitate cu acesta se prevăd următoarele categorii de ape:

a) ape dulci sau limnetice (0—0,5 g/l);

b) ape mixohaline sau salmastre (0,5—30 g/l);

- ape oligohaline (0,5—5 g/l;
- ape mezohaline (5—18 g/l);
- ape polihaline (18—30 g/l);

c) ape mixoeuhaline, cu salinitate peste 30 g/l dar mai puțin decît apele marine înconjurătoare, fiind ape de amestec polihalin-marine;

d) ape marine sau euhaline (30—40 g/l);

e) ape suprasărate sau hiperhaline (peste 40 g/l).

Scanned with OKEN Scanner

Salinitatea se dovedește a fi un factor ecologic important din două puncte de vedere: prin presiunea osmotică ce o exercită și prin acțiunea sa rhopică.

Presiunea osmotică se evidențiază prin separarea datorită unei membrane semipermeabile a două concentrații saline diferite. Ea se exercită dinspre concentrația mai mică prin trecerea unei cantități de apă transmembranic pînă la egalizarea salinității de o parte și de alta a membranei.

Concentrația în săruri a mediului intern pentru diferite grupe de animale marine, așa cum arată C. Schlieper (1971), este mai mică sau cel mult egală cu mediul în care trăiesc (fig. 32). Cu alte cuvinte preluarea de apă marină mai sărată se poate solda cu două procese: fie de extracție osmotică a apei din țesuturi fie de creștere a concentrației mediului lor intern prin intrare de săruri. Efectul este unic și anume de sporire a concentrației saline a mediului intern al organismului, cu repercusiuni grave asupra existenței sale.

Fiziologii au descoperit două tipuri de organisme animale în raport de presiunea osmotică a mediului extern: forme capabile de a-și regla concentrația, numite *homeosmotice* (adică care își mențin salinitatea mediului intern indiferent de cel

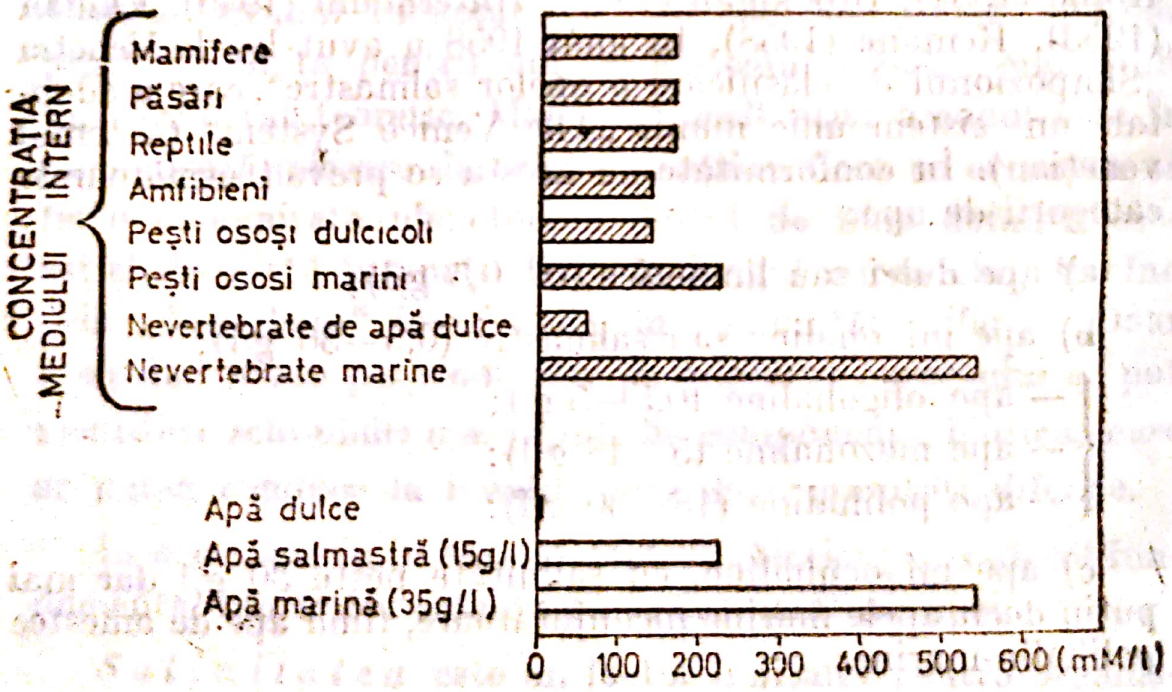


Fig. 32 Concentrația în săruri a mediului intern la diferite grupuri de animale, în milimoli pe litru.

Scanned with OKEN Scanner

extern) și forme care își modifică concentrația internă după mediu, numite *poikilosmotice*.

Între *animalele homeosmotice* se numără de obicei nevertebratele superioare și vertebratele, prezentînd adaptări de factură fiziologică în reglarea mediului intern ca salinitate. Se folosesc de obicei două căi de eliminare a surplusului de sare: prin branhii și prin urină, care este extrem de concentrată salin.

Animalele poikilosmotice nu sînt lipsite de mecanisme de reglaj osmotic, ci numai eficiența lor este mai mică față de primele. Astfel, C. Schlieper arată că specia de crabi *Carcinus moenas*, care formează populații și în Marea Baltică, prezintă capacități diferite de reglaj osmotic. În condiții normale, de ape salmastre, eficiența acestora este ridicată încît în ape cu 6 g săruri la litru crabii își pot menține o concentrație mai ridicată a mediului intern (de 19—26 g/l.). Se evidențiază deci mecanisme de luptă împotriva diluării lichidelor interne și eliminare a excesului de apă. Dar într-un mediu de salinități ce depășesc concentrațiile interne crabii se comportă ca organisme poikilosmotice, relevînd slaba capacitate de eliminare a surplusului de săruri.

Cercetări binecunoscute în domeniul reglajului osmotic au fost realizate de către profesorul E. Pora și școala sa de la Universitatea din Cluj-Napoca. Vom reveni asupra lor în prezentarea ecologiei Mării Negre. Dar pentru că numele profesorului E. Pora ne este pe buze, să abordăm cea de a doua problemă a salinității, și anume a *rhopici*.

Încă din 1883 fiziologul german Ringer a observat că se manifestă procese de antagonism între anumite săruri aflate în soluție. Prin tatonări el a reușit să realizeze o soluție echilibrată care-i poartă numele și este astăzi comună în laboratoarele de fiziologie. La începutul secolului al XX-lea J. Loeb a făcut distincția necesară dintre factorul osmotic și echilibrul ionic. Ulterior studiul permeabilității membranelor cît și al influenței ionilor în diferite asociații a reprezentat un domeniu fructificat printr-o gamă largă de cercetări.

Studiind procesul de „antagonism ionic", E. Pora a constatat că el acționează, pe diferite căi, în principiu în sensul modificării permeabilității membranelor din corpul viu. În general ionii bivalenți sînt antagoniști pentru cei monovalenți. Astfel o soluție salină cu cationi de Na^+ și Ca^{++}, în condițiile

predominării sodiului, produce creșterea permeabilității tegumentelor organismelor marine pentru apă și invers în situația dominanței calciului. Soluția este în echilibru la raportul 100 Na^+: 4 Ca^{++}. E. Pora a numit *raport rhopic* proporția între cuplări de ioni, demonstrînd că există valori specifice de echilibru în funcție de componența soluțiilor.

În privința celuilalt factor, temperatura, considerăm că este mai potrivit a-l prezenta în cadrul zonării Oceanului Planetar.

DIVIZIUNILE ȘI ZONAREA Oceanului Planetar sînt în mare măsură datorate unor criterii fizico-geografice, cum ar fi configurația fundului, adîncimea, distribuția temperaturii cît și a luminii în masa apei.

De obicei subdivizarea sa se face în două modalități: în funcție de adîncime și în funcție de latitudine.

După adîncime se identifică o zonare pusă în evidență pe un profil al oceanului (fig. 33) pe baza configurației și unităților sale topografice. Se pot astfel cunoaște: platforma continentală (0—200 m), taluzul sau abruptul continental

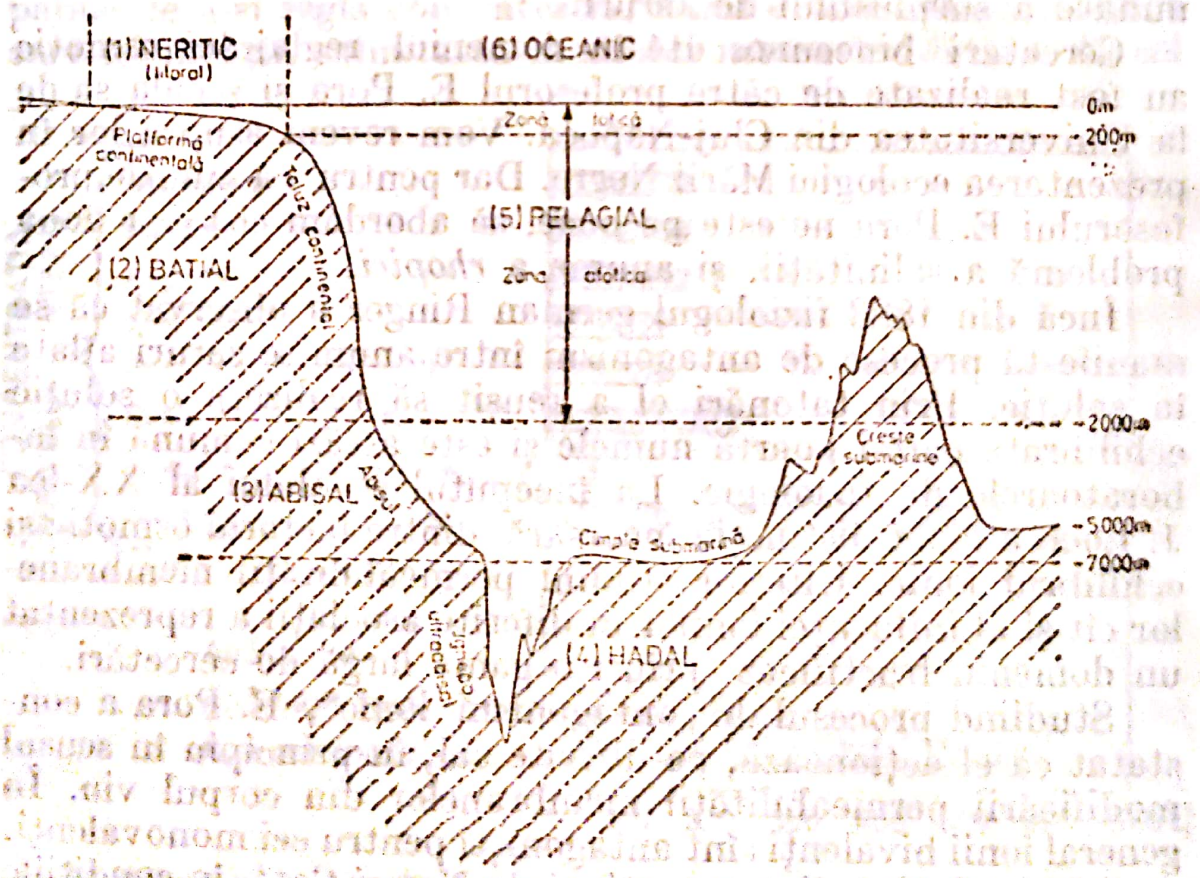


Fig. 33 Zonarea pe verticală a Oceanului Planetar.

(200—2 000 m), taluzul abisal, cîmpii submarine (2 000—5 000 m) şi gropi sau jgheaburi ultraabisale (de obicei sub 7 000 m).

Comunităţile biotice, după cum trăiesc în masa apei sau pe (în) substrat sînt de două tipuri: pelagiale şi bentale.

Bentalul este format din organisme bentonice alcătuind sisteme ecologice diferenţiate în funcţie de adîncime. Se citează astfel următoarele zone bentale: 1) *neritică* sau litorală (corespunzătoare platformei continentale, 2) *batiale* (corespunzătoare taluzului continental), 3) *abisale* (corespunzătoare taluzului abisal şi cîmpiilor submarine) şi 4) *hadale* (corespunzătoare gropilor ultraabisale). Pentru bazinul Mediteranei, unde s-a răspîndit sistemul de zonare datorat profesorului J.M. Pérèz, personalitate remarcabilă a „Comisiei internaţionale pentru explorarea ştiinţifică a Mării Mediterane", zona litorală este subîmpărţită în următoarele etaje:

— *supralitoral*, dincolo de emersia în apă, organismele beneficiind de umectare prin stropire;

— *mediolitoral*, între flux şi reflux, cuprinzînd comunităţi cu emersie discontinuă;

— *infralitoral*, pînă la limita de existenţă a plantelor de *Zostera* (40—80 m);

— *circalitoral*, pînă la adîncimea maximă de existenţă a algelor, ceea ce în multe cazuri coincide cu limita platformei continentale.

Acestor etaje li se adaugă încă trei, citate anterior ca zone: batial, abisal, hadal.

Pelagialul este alcătuit din organisme planctonice, nectonice şi neustonice.

Planctonul este format din plante şi animale în genere mici, purtate fie pasiv de curenţi, fie cu capacităţi de deplasare reduse, fiind dependente la rîndul lor de curenţi.

Definiţiile de mai sus, citate de lucrări şi dicţionare biologice consacrate, prin caracterul lor sintetic, sînt destul de imprecise la o analiză mai atentă.

Domeniul pelagialului, cu formele biotice menţionate, este subdivizat în două unităţi majore: *pelagialul neritic*, corespunzînd apelor platformei continentale, şi *pelagialul oceanic*, din larg. Acestei împărţiri pe orizontală i se adaugă una pe verticală pentru ape profunde, cuprinzînd cinci zone, mai mult sau mai puţin corespunzătoare celor bentale şi

anume: *epipelagialul*, respectiv zona fotică, *mezopelagialul*, reprezentînd zona de dispariție treptată a luminii, *batipelagialul* sau zona de pînă la 2 500 m adîncime, *abisopelagialul* și *hadopelagialul*.

Un rol important în zonarea apelor Oceanului Planetar îl joacă *temperatura*. Este cunoscut, în general, faptul că temperatura apelor scade dinspre straturile de suprafață spre adînc. Oceanografii au distins astfel două straturi fundamentale în ocean: *termosfera*, de la nivelul mării, pînă la circa 500 m adîncime, și *psicrosfera*, sub adîncimea citată.

Regula scăderii treptate a temperaturii apelor cu adîncimea suferă perturbații profunde în termosferă din cauza variațiilor termice a atmosferei. În psicrosferă scăderea se face mai regulat, fiind tulburată doar de curenți și praguri submarine. În genere scăderea termică este specifică unei anumite zone de pe glob. Astfel în zona ecuatorială a Atlanticului temperatura scade cu 9° la 25 m. Scăderile termice în termosferă sînt mai pronunțate în zonele calde, ecuatoriale, față de cele reci, polare.

Dealtfel *temperatura medie a apelor de suprafață suferă efectele acelelași reguli de scădere în funcție de latitudine*. Concordanța între scăderile termice datorate adîncimii sau latitudinii au fost observate pentru prima dată de către Dardenne în 1945. Îi datorăm oceanografului argentinian E. Boltovskoy (1965, 1976) generalizarea acestei reguli, sub forma schiței sintetice prezentate în fig. 34. Concordanțele termice după adîncime și latitudine nu sînt numai de ordin fizic, ci și biotic din punctul de vedere al distribuției unor comunități și specii similare. Am comentat acest aspect anterior pentru populațiile foraminifere (M. Tufescu), numind concordanța citată drept legea biogeografică Humbold. În adevăr, ea este o altă formă de exprimare a celor descoperite de către celebrul geograf Humbold cu circa două secole în urmă și anume: repetarea în altitudine și latitudine a unor grupuri de asociații vegetale similare.

Expedițiile oceanografice recente au corelat totodată circulația de adîncime a apelor reci cu ariile de proveniență circumpolară și au identificat în zonele intertropicale sau chiar temperate „capete" ale acestor curenți, respectiv zone de ieșire spre suprafață. În aceste locuri aportul apelor reci

Scanned with OKEN Scanner

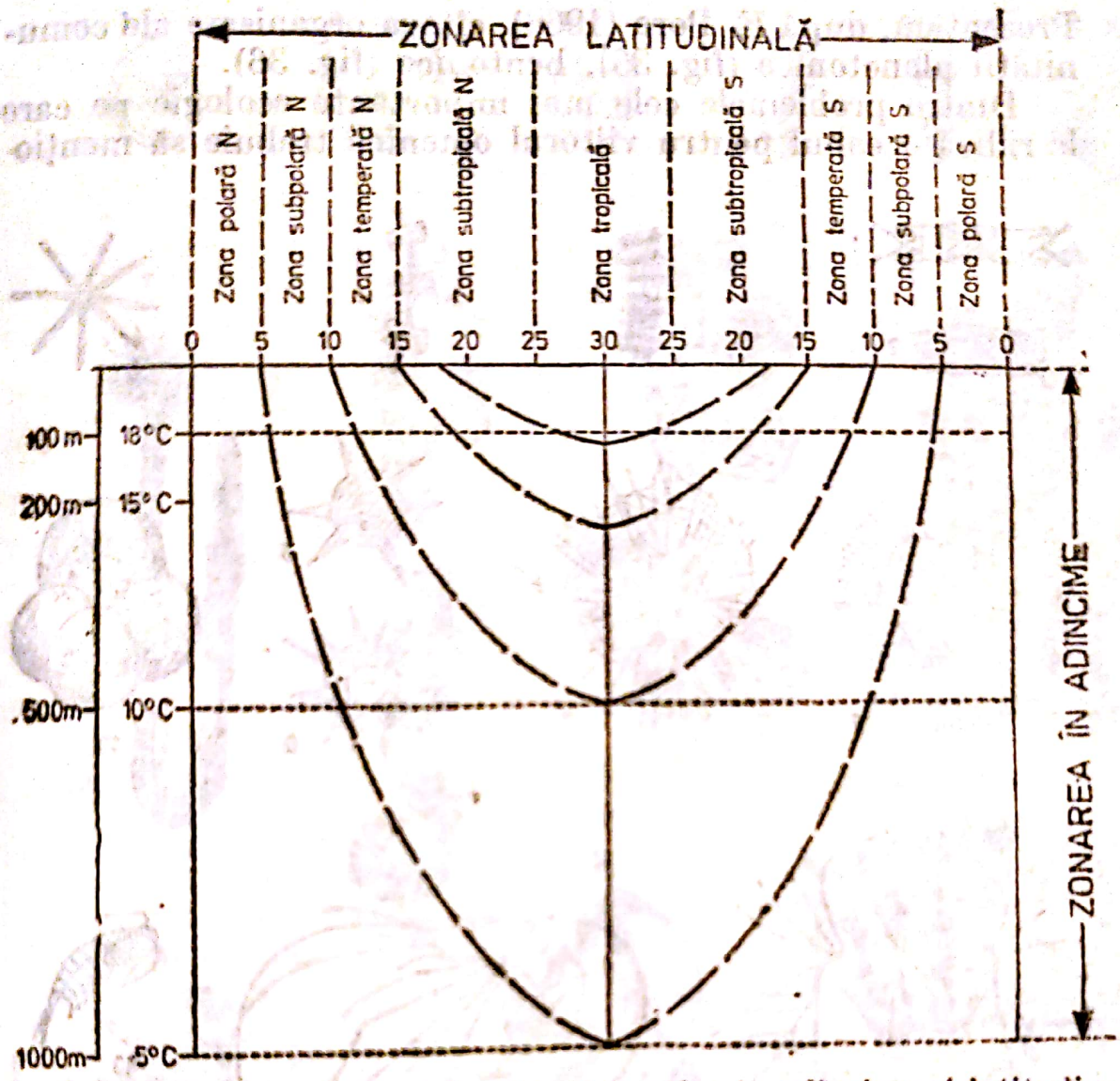


Fig. 34 Regula concordanței scăderii termice în adîncime și latitudine pentru Oceanul Planetar stabilită de E. Boltovskoy.

este fundamental pentru producția biologică prin bogăția de oxigen și de săruri de tipul azotaților și fosfaților.

COMUNITĂȚILE PELAGICE ȘI BENTALE ale Oceanului Planetar sînt cele mai bogate biosisteme ca număr de specii față de cele ale apelor dulci continentale sau cele terestre. Cititorul poate găsi un volum informațional biologic și ecologic extrem de bogat și o ilustrație corespunzătoare în frumoasele jurnale de călătorie de explorare a oceanului, publicate la noi de: E.M. Kreps (1961), J.Y. Cousteau și F. Dumas (1963), E. Pora (1966), M. Băcescu (1973) și altele.

Scanned with OKEN Scanner

Prezentăm, după E. Pora (1966), cîteva organisme ale comunității planctonice (fig. 35), bentonice (fig. 36).

Dintre problemele cele mai importante ecologic pe care le ridică oceanul pentru viitorul omenirii trebuie să menționăm

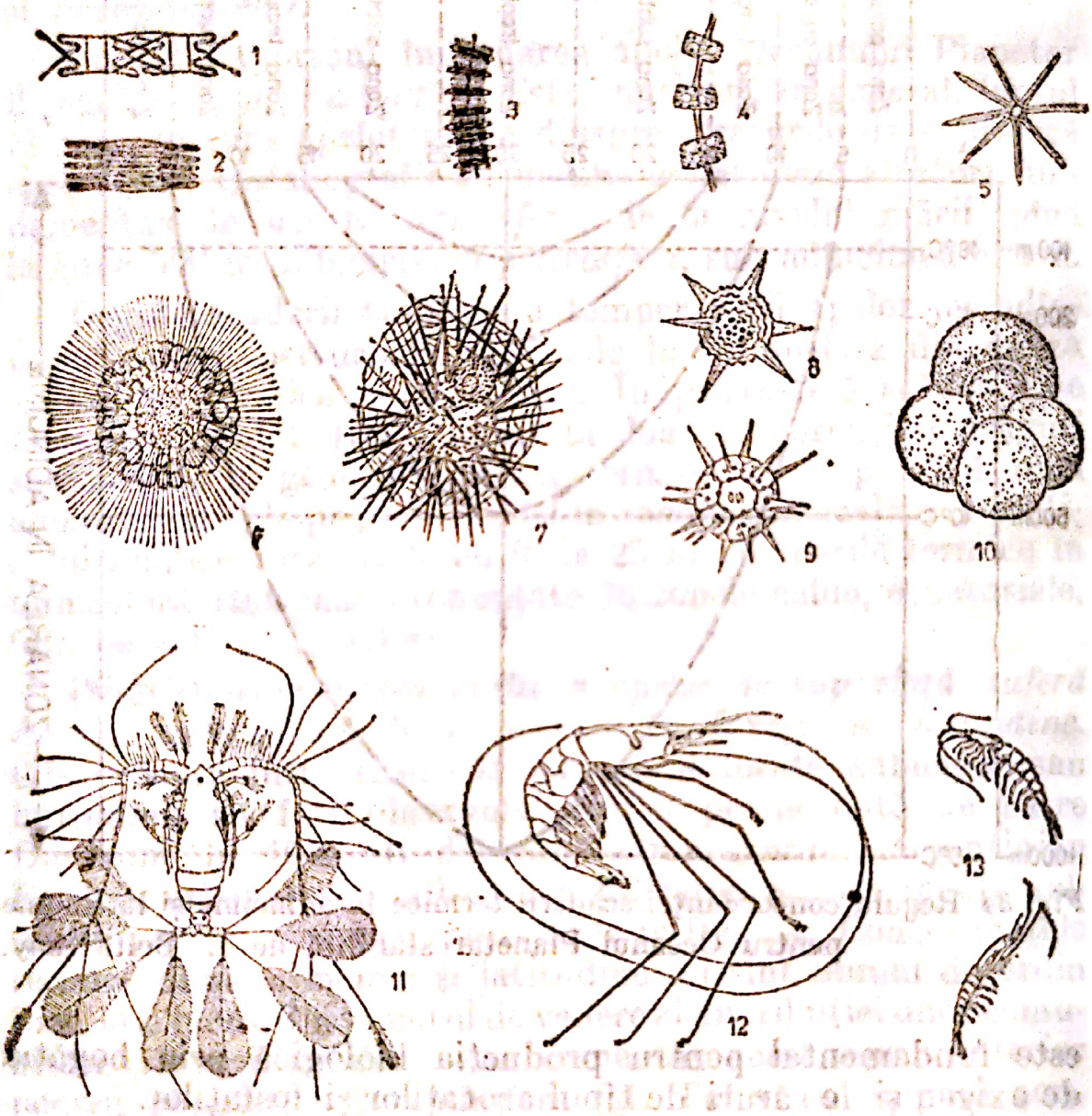


Fig. 35 Reprezentanți ai planctonului oceanic; **diatomee:** 1 — *Biddulphia;* 2 — *Fragilaria;* 3 — *Thalasiosira;* 4 — *Coscinosira;* 5 — *Thalasionema;* **radiolari;** 6 — *Thalassicolla;* 7 — *Aulacantha;* 8 — *Hexalonche;* 9 — *Lithosphaera;* **foraminifere:** 10 — *Globigerina;* **crustacei:** 11 — *Golocalanus;* 12 — *Nematocarcinus;* 13 — *Euphausia.*

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 36 Reprezentanți ai bentosului oceanic: **foraminifere:** 1 — *Lenticulina*; 2 — *Discorbis*; 3 — *Ammonia*; 4 — *Bulimina*; 5 — *Clavulina*; 6 — *Frondicularia*; **polichete:** 7 — *Lanice*; 8 — *Chaetopterus*; 9 — *Serpula*; **coralieri:** 10 — *Gorgonia*; 11 — *Alcyonyum*; **moluște:** 12 — *Cardium*; 13 — *Murex*; 14 — *Ostrea*; 15 — *Mytilus*; 16 — *Nautilus*; 17 — **briozoare:** *(Alcyonidium)*.

Scanned with OKEN Scanner

năm următoarele două: producția de biomasă, ca bază trofică și producția de oxigen atmosferic.

Producția de biomasă este legată atît de producătorii primari, cît și de verigile trofice următoare. Producătorii primari ai oceanului sînt reprezentați prin macrofite și prin fitoplancton.

Macrofitele sînt plante de talie mare, fixate pe substrat sau libere, cu un corp diferențiat după factura plantelor superioare. Cuprind fie plante superioare, cum sînt *zosteraceele*, familie din grupul monocotiledonatelor fie alge cu aparență de plantă evoluată, cum sînt cele brune. Macrofitele, cu excepția formelor plutitoare de tip *Sargassum*, sînt localizate în zona neritică sau litorală.

Fitoplanctonul grupează majoritatea algelor microscopice și a fitoflagelatelor, fiind întîlnit atît în zona litorală cît și în largul oceanului, în general în pătura de apă de pînă la 200 m.

Ținînd seama de volumul mare ce revine pelagialului, fitoplanctonul deține rolul fundamental în producția primară a oceanului.

Producția primară se distribuie în linii mari în funcție de temperatură, apele reci, mai bogate în oxigen, în azotați și fosfați, înregistrînd valori mai ridicate față de cele calde. Astfel, în neriticul din zonele temperate și nordice ale Atlanticului s-au înregistrat producții fitoplanctonice de peste 3 g carbon pe m^2, în timp ce în apele sale tropicale chiar sub 0,2 g carbon pe m^2. În genere, la aceeași latitudine producția primară este mai mare în zona litorală decît în cea de larg, exceptînd disturbări datorate unor factori poluanți.

Folosind metoda clorofilei, Ryther arată că, în medie, zona eufotică a pelagialului Oceanului Planetar înregistrează 0,25 mg clorofilă pe m^3, ceea ce ar reprezenta o producție vegetală planctonică de circa 2,5 g substanță uscată pe m^3 pe an. Distribuția producției primare pe glob a fost dealtfel analizată mai detailat în capitolul respectiv.

Producători primari,cu excepția unor curiozități gastronomice, nu sînt folosiți actual în hrana omului, deși sînt exprimate multe proiecte ale viiturologilor. Ei formează însă baza trofică a zooplanctonului filtrator și prin aceasta a ihtiofaunei și altor forme de nectonice folosite de om ca hrană.

Scanned with OKEN Scanner

În legătură mai ales cu *macroconsumatorii primari* s-a rezolvat recent una dintre problemele fundamentale ecologice pentru ocean și anume cea a *circulației hranei între stratul eufotic*, care se comportă ca un complex autotrof, iar pelagialul afotic și *bentosul profund*, care sînt complexe heterotrofe. Ipoteza clasică, subestimînd adîncimile mari și capacitatea de distrucție pentru substanța organică a bacterioplanctonului, consideră că pelagialul afotic și bentalul sînt aprovizionate cu hrană prin „ploaia" de organisme moarte ce cad din pelagialul eufotic. S-a constatat însă că distrucția rapidă a cadavrelor face ca în zonele profunde să ajungă cantități infime, insuficiente pentru a explica viața ce pulsează acolo. Cercetările de după anul 1970, datorate expedițiilor oceanografice sovietice, au relevat rolul migrațiilor zooplanctonice în aprovizionarea cu hrană proaspătă a adîncului oceanului. Migrațiile, unele cu ritm nictemeral, altele sezonier, acoperă spații diferite în adîncime. Vinogradov, de exemplu, arată că zooplanctonul, adaptat la lumina intensă din stratul superior de pînă la 500 m, efectuează deplasări pe verticală frecvente, dar scurte. Se pare că în acest caz „orologiul biologic" înscris în organism prin modificările circadiene de luminozitate își spune cuvîntul. Spre adîncimi mai mari amplitudinea deplasării crește, ajungînd ca parcurgerea a 2—3 000 m să fie frecventă. În zone de sub 1 000 m, pentru care „orologiul biologic" nu mai este conectat la schimbările zi-noapte, migrațiile se pot realiza în timpi ce ies din ritmul circadian. Se arată astfel că prin cîteva cicluri de migrații ale organismelor, desfășurate fiecare în intervalul specific de adîncime, se poate acoperi întreaga distanță de la suprafață la bentonul hadal. Este evident că zooplanctonul care migrează este interceptat de cel carnivor, cît și de către necton și la rîndul lor în migrațiile în profunzime, sînt hrana consumatorilor de ordin superior. Pe această cale în apele adînci ajunge o cantitate însemnată de substanță organică cît și substanțe active (vitamine, enzime) din zona eufotică.

Valorile cele mai ridicate ale producției biologice sînt înregistrate de recifele coraliere, fapt menționat dealtfel anterior. Cercetările lui E. Odum (1955) arată astfel că pe o suprafață de un metru pătrat, pe an, producția pri-

Scanned with OKEN Scanner

TABEL

ilustrînd scăderea numărului de specii nevertebrate bentonice dincolo de adîncimea de 3 000 m pentru Oceanul planetar (după Zenkevici)

ADÎNCIMEA (m)	*H*	*Ac*	*Pol*	*Ec*	*Si*	*Br*	*Ci*	*Am*	*Iz*	*Pic*	*As*	*Of*	*Ech*	*Hol*	*Cr*	*Po*	*TOTAL*
3 000	14	44	176	12	21	47	34	41	36	26	124	100	57	143	19	30	992
4 000	12	30	122	11	14	14	13	28	49	15	58	44	15	100	12	16	553
5 000	8	18	64	9	5	4	3	17	39	4	21	10	6	41	4	13	266
6 000	2	10	33	7	3	1	1	14	29	2	6	5	2	19	2	11	146
7 000	2	8	22	6	1	—	—	6	12	—	2	1	1	15	2	10	88
8 000	1	6	14	3	1	—	—	4	5	—	—	—	—	9	2	10	55
9 000	—	3	3	2	—	—	—	1	1	—	—	—	—	3	1	7	21
10 000	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5

NOTA: *H* = hidroide; *Ac* = actinii; *Pol* = polichete; *Ec* = echiuride; *Si* = sipunculide; *Br* = briozoare; *Ci* = cirripede; *Am* = amfipode; *Iz* = izopode; *Pic* = picnogonide; *As* = asteride; *Of* = ofiuride; *Ech* = echinide; *Hol* = holoturide; *Cr* = crinoide; *Po* = pogonofore.

mară se estimează la 703 g substanță uscată, producția fitofagelor la 123 g, iar a zoofagelor la 11 g.

Distribuția oxigenului în apele oceanului este direct proporțională cu scăderea temperaturii și invers proporțională cu biomasa organismelor. Producătorii primari din ocean joacă în această direcție un rol cu adevărat cosmic pentru planetă prin formarea de oxigen pe imensa suprafață ce revine Oceanului Planetar. Geneza biogenă a oxigenului în ocean este una dintre căile fundamentale de refacere a compoziției atmosferei. Producătorii primari preiau dealtfel și dioxidul de carbon, echilibrînd valorile sale în atmosferă.

Din fig. 37 se observă valorile ridicate ale oxigenului în stratul 0—30 m, maximum-ul său fiind în corespondență cu maximum de densitate a fitoplanctonului. Scăderea accentuată a oxigenului între adîncimea de 100 m coincide cu densitatea maximă a zooplanctonului, consumator prin respirație al gazului. La adîncimi mari cantitatea de oxigen din apă crește prin scăderea densității organismelor, respectiv a consumatorilor.

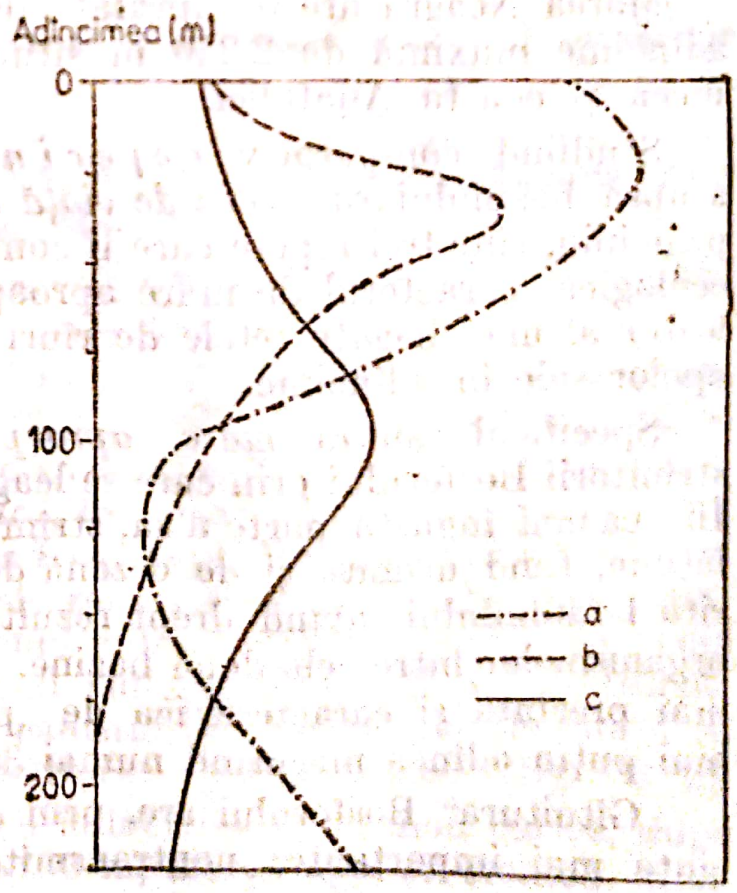


Fig. 37. Distribuția oxigenului *(a)* în Oceanul Planetar, în funcție de densitatea fitoplanctonului *(b)*, zooplanctonului *(c)* și de scăderea temperaturii în adîncime.

În ceea ce privește bentosul de mari adîncimi (peste 3 000 m), Zenkovici (1956) arată, în mod similar, o scădere a numărului de specii animale spre domeniul hadal, așa cum rezultă din tabelul alăturat. Se constată astfel că între 3 000 și 4 000 m se înjumătățește practic numărul speciilor consumatoare de oxigen, scăderea continuînd apoi în ritm foarte rapid.

Temperatura își pune amprenta prin bogăția mai mare a apelor polare în oxigen (pînă la 8 cm^3 la litru) față de cele tropicale (circa 4 cm^3 la litru). Substanțele organice disolute diminuează concentrația în oxigen prin procesele bacteriene de descompunere.

Se impune acum, după cele relatate, să schițăm *PRINCIPALELE CARACTERISTICI ALE ECOSISTEMELOR MĂRII NEGRE.*

După cum arată cunoscutul oceanograf Knipovici (1932), Marea Neagră este un unicat hidrobiologic. Aceasta implică pe de o parte o specificitate a condițiilor ecologice de viață, pe de altă parte a caracteristicilor sale biogeografice, ca specii ce o populează cît și ca biocenoze.

Marea Neagră are o suprafață de circa 413 488 km^2, cu adîncime maximă de 2 246 m situată între peninsula Crimeea și coasta Anatoliei.

Studiind comparativ *referințele hidrologice* asupra bazinului *ca mediu de viață* se poate constata că, în principiu, sînt trei repere care îi conturează „personalitatea" ecologică: caracterul de mare aproape închisă, de bazin colector al unei bogate rețele de rîuri și fluvii și stratificarea apelor sale în adîncime.

Specificul său de *mare „aproape" închisă* este datorat strîmtorii Bosforului prin care se leagă cu Marea Mediterană. În cea mai îngustă parte a sa, strîmtoarea are numai 550 m lățime, fiind urmată și de o zonă de intensă poluare datorită Istanbulului, avînd drept rezultat dificultatea migrației organismelor între cele două bazine. Bosforul, ca strîmtoare, mai prezintă și caracteristica de „prag", porțiunea sa cea mai puțin adîncă măsurînd numai 36 m.

„Gîtuitura" Bosforului are, prin cele arătate, trei consecințe mai importante: nontransmiterea valului mareic al

Scanned with OKEN Scanner

Mediteranei, schimbul redus de ape pontice și mediteraniene și limitarea migrației vieţuitoarelor între cele două bazine.

Caracteristica de *bazin colector* al unor importante rețele fluviatile se repercutează în scăderea accentuată a salinității Mării Negre care îi conferă un *specific salmastru*. Întrucît aportul de ape fluviatile este dependent de variațiile de debit datorate regimului climatic temperat și în mare măsură excesiv-continental, bazinul pontic își modifică intermitent salinitatea. Scăderi se înregistrează în perioada de primăvară, iar creșteri vara.

Se identifică totodată *stratificarea* în adîncime a salinității, temperaturii, oxigenului și hidrogenului sulfurat, întrucît nu acționează, continuu și cu o intensitate corespunzătoare, curenți verticali.

Stratificarea salină este marcată de pătrunderea unui curent salin de adîncime prin Bosfor și de curenții de ape dulcicole de suprafață din zona nordică prin deversări fluviale. Cu densități și caracteristici fizico-chimice diferite apele se amestecă în mică măsură. De exemplu masele de apă fluviatilă se pot observa la suprafaţa apelor salmastre pe o distanţă mare de la deversare.

În sistemul de distribuție geografică citat, al intrărilor de apă în bazin, partea sa nord-vestică este caracterizată de ape oligohaline (la Odessa — 3 g‰) în timp ce partea sa sudică și central-estică este dominată de ape polihaline (25 g ‰ la ieșirea din Bosfor) (fig. 38).

Stratificarea apelor cu salinități diferite este o consecință firească a celor de mai sus (fig. 39 a).

După cum este de obicei cunoscut, Marea Neagră se caracterizează printr-o cantitate ridicată de hidrogen sulfurat în adîncime, ceea ce face ca zona profundă, dincolo de 180—200 m să fie numită *azoică*, în timp ce aceea de pe platforma continentală să fie o *zonă cu viață*. De fapt „azoic“ este un termen impropriu întrucît zona este locuită de bacterii capabile să utilizeze hidrogenul sulfurat *(Microspira)*. În acest fel oxigenul și hidrogenul sulfurat se distribuie stratificat, în funcție de adîncime; cantitatea de oxigen scade odată cu creșterea hidrogenului sulfurat spre adîncime (fig. 39 b).

Temperatura scade cu adîncimea și, în mod curios, după ce atinge +5° C la 50—100 m, începe apoi să crească, ajun-

Scanned with OKEN Scanner

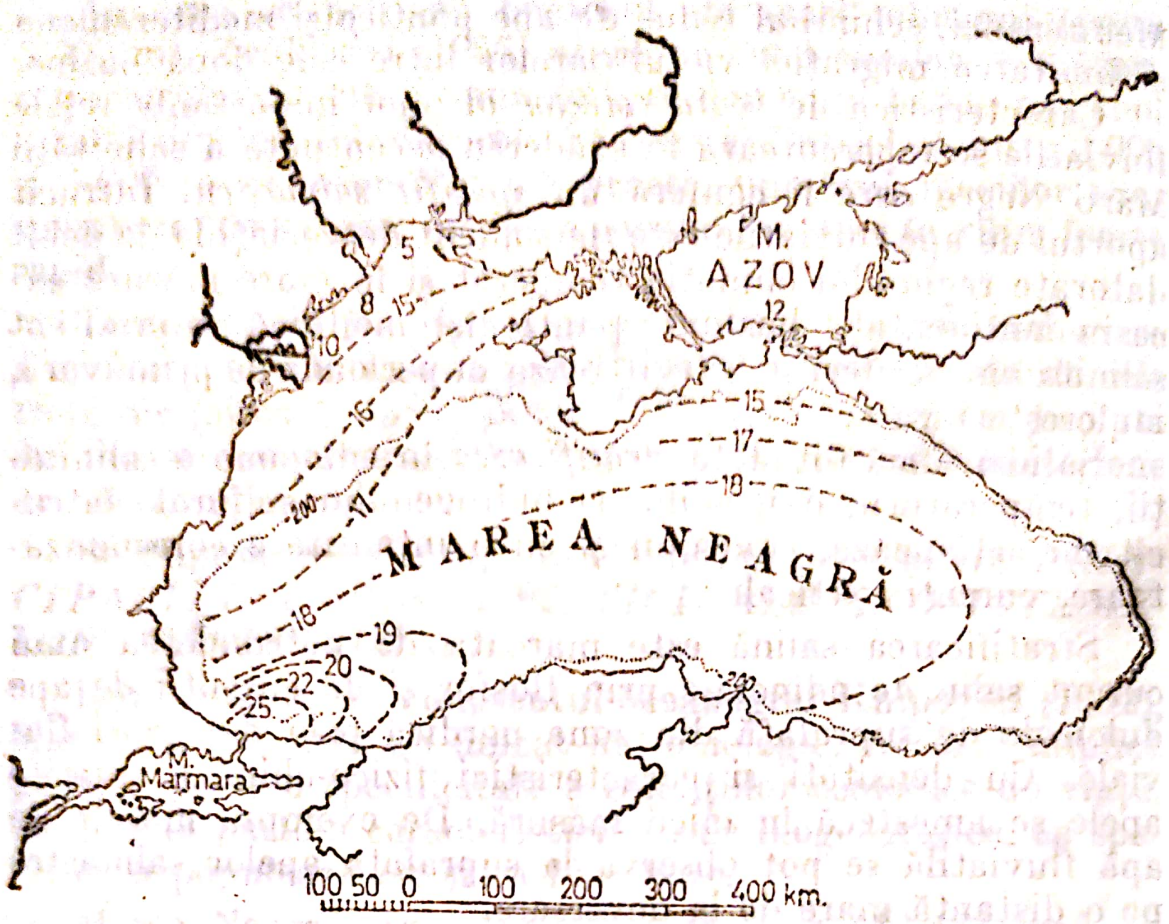


Fig. 38 Distribuția salinității în apele de suprafață ale Mării Negre, în grame la litru.

gînd în profunzime pînă la +9° C (fig. 39 c). Nu numai că stratificarea termică influențează cantitatea de gaze disolute (inclusiv oxigenul și hidrogenul sulfurat), dar pelicula de ape reci de 5° C împarte pelagialul în două straturi, împiedicînd zooplanctonul și nectonul de la 70—150 m să migreze spre suprafață ca în Oceanul Planetar. Dacă concentrația de hidrogen sulfurat crește accidental în domeniul adîncimilor citate, organismele existente sînt fie obligate să străbată stratul de ape reci spre suprafață, în căutare de oxigen, fie să suporte noile condiții. Cu toate adaptările ce le posedă, se înregistrează ponderi ridicate ale mortalității în ambele situații.

Condițiile de mediu influențează populațiile din bazin mai ales prin variații decît prin specificul valoric. Astfel se comportă aproape fiecare dintre factorii citați.

Poate că cele mai interesante caracteristici ale bazinului pontic sînt datorate factorului *rhopic*, descris și studiat de

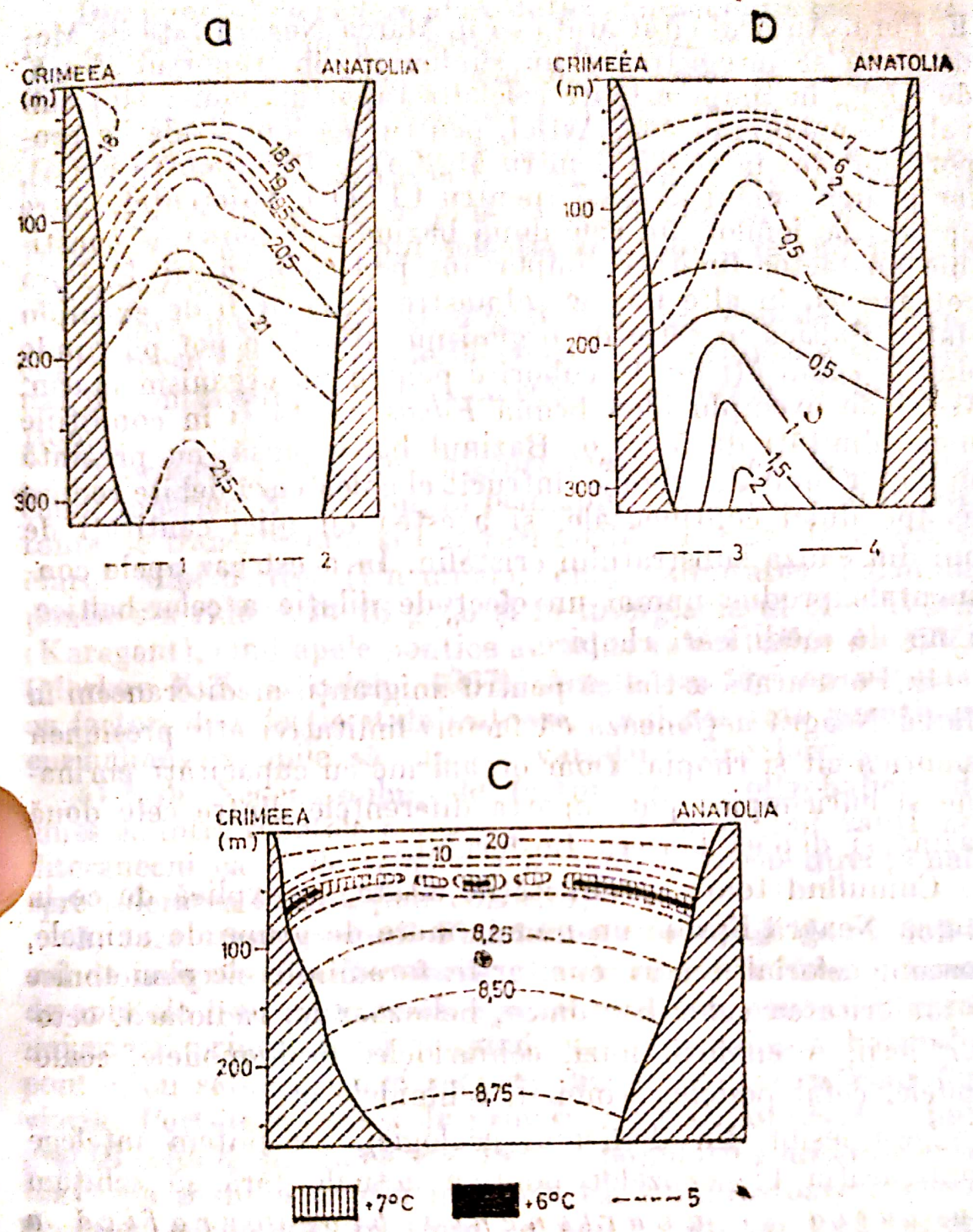


Fig. 39 Stratificarea în adîncime a salinității (a); oxigenului, hidrogenului sulfurat (b) și a temperaturii pentru Marea Neagră (c); 1 — salinitatea (g°/₀₀); 2 — limita superioară „azoică"; 3 — oxigenul (mg/l); 4 — hidrogenul sulfurat (mg/l); 5 — temperatura (°C).

E. Pora. Autorul citat arată că în Marea Neagră față de Mediterana se înregistrează un supliment în raportul *Na/K* de 8,6%, în timp ce toate celelalte raporturi ionice sînt sub valorile mediteraneene. Astfel, pentru cationi scăderile proporțiilor sînt între 8,3 (pentru Mg/Ca) și 18,6 (pentru K/Ca), iar pentru anioni de 44,7 (pentru Cl/SO_4). Diferențele între proporțiile ionilor din cele două bazine s-ar părea că constituie un factor limitativ important pentru migrații. E. Pora notează că, în alte bazine salmastre, cum ar fi de exemplu Marea Baltică, o serie de organisme atlantice pot pătrunde pînă la salinități foarte coborîte pentru un organism marin. Astfel de exemplu alga brună *Fucus* există și în condițiile unei salinități de 5 g‰. Bazinul baltic însă nu prezintă un factor limitativ rhopic, întrucît el colectează debite reduse de ape dulci continentale, și acestea cu mici cantități de ioni din cauza substratului cristalin. În acest caz apele continentale produc numai un efect de diluție a celor baltice, și nu de modificări rhopice.

E. Pora arată astfel că pentru imigranții mediteraneeni în Marea Neagră acționează ca factori limitativi atît presiunea osmotică cît și rhopia. Doar organisme cu capacități eurihaline și eurirhopice pot suporta diferențele dintre cele două bazine și depăși bariera Bosforului.

Cumulînd toate specificitățile citate, se explică de ce în Marea Neagră lipsesc un număr mare de grupe de animale, comune celorlalte mări, cum ar fi: foraminiferele planctonice și majoritatea celor bentonice, heliozoarele, radiolarii, octocoralierii, ctenoforii nuzi, echiuridele, brahiopodele, scafopodele, cefalopodele, crinoizii, echinidele etc.

Deși ieșim din domeniul ecologiei, nu putem înțelege configurația biocenozelor pontice actuale fără să schițăm *evoluția și apartenența biogeografică a viețuitoarelor.*

Bazinul pontic făcea parte, la începutul terțiarului, din Marea Tethys, caracterizată prin biocenoze de factură tropicală, cu numuliți și corali. În cursul miocenului brațul nordic s-a separat formînd complexul de bazine Paratethys, din care astăzi fac parte Marea Neagră, Caspica și Aralul.

Scanned with OKEN Scanner

Din punctul de vedere al evoluției componenței biocenozelor, din miocen și pînă în actual se pot descrie șase faze ce se pot corela cu evenimente geologice înscrise în sedimente:

1) faza marină și polihalină miocenă. În ultima parte a miocenului, în meoțian se înregistrează scăderi importante de salinitate în majoritatea bazinelor Paratethys cu variații între mezohalin și chiar pînă la oligohalin în unele părți. În această fază a început selecția speciilor care sînt numite *relicte ponto-caspice*;

2) faza mezohalină și oligohalină din epocile pliocenă și pleistocenă în care scăderile continui de salinitate au acționat în continuare ca factori de selecție naturală de tip direcțional;

3) primele valuri de *imigrări mediteraneene* din pleistocenul superior. Se descriu, în principiu, două faze mai importante de transgresiuni și imigrări mediteraneene: în interglaciarul Mindel-Riss (Unzunlar), cînd salinitatea bazinului pontic s-a ridicat la 16 g‰ și în interglaciarul Riss-Würm (Karagant), cînd apele pontice au atins valori saline de 25‰ (Markov K.K. și colab., 1967). Aceste condiții au acționat ca factori de selecție stabilizatoare, fiind păstrate genotipuri eurihaline, capabile să suporte variații saline largi;

4) faza Neoeuxinului, de factură mezo-oligohalină, de amestec între relictele pontice și primul val de imigranți mediteraneeni ca și de reluare a acțiunii selecției direcționale spre tolerarea salinităților coborîte;

5) faza transgresiunii Flandriene și a celui de-al doilea val de imigrări mediteraneene. Unele specii și chiar grupuri de animale s-au redistribuit spațial, relictele pontice și chiar imigranții primului val ocupînd partea nordică a bazinului pontic, cu salinități mai scăzute din cauza deversărilor fluviatile. Porțiunea sudică, în principiu, a fost populată de imigranții celui de al doilea val. Pentru populațiile anterior existente s-a manifestat din nou selecția stabilizatoare a genotipurilor eurihaline, în timp ce noii veniți au fost supuși rigorilor selecției direcționale spre mixohalin;

6) faza de formare a Deltei Dunării pînă în actual, implicînd intrări mediteraneene succesive de populații în bazinul pontic ce se pot grupa în cel de al doilea val de imigrări. La fel ca și mai înainte, imigranții suportă o selecție direcțională.

Scanned with OKEN Scanner

Populațiile bazinului pontic au fost clasificate, după origine, în trei grupuri fundamentale: relicte pontice, imigranți mediteraneeni și forme de proveniență dulcicolă.

Între *relictele pontice* se înscriu populațiile de foraminifere actuale din nordul bazinului, un număr mare de crustacee cumacee, misidacee, amfipode, izopode și pești ca specii din genul *Caspialosa*, *Percarina*, *Bentophilus*. Adaptîndu-se la viața în ape oligohaline, o serie de relicte s-au retras în ape dulci așa cum sînt unii viermi policheți *(Hypania invalida, Manayunkia caspia)* sau amfipode (specii de *Corophium)*, care au ajuns pe Dunăre pînă la Porțile de Fier, specii de moluște *(Adacna, Monodacna* și *Dreissena polymorpha)* etc. Dintre pești sînt cunoscuți sturionii *(Acipenseridae)* care în perioada de reproducere pătrund în Dunăre și în rîurile mari din nordul bazinului pontic.

Relictele sînt deci, în cea mai mare parte, legate de ape mezohaline și oligohaline, fiind cantonate în arealele respective ale bazinului pontic.

Imigranții florei și faunei mediteraneene formează un fond important al speciilor pontice actuale, în Marea Neagră citîndu-se circa 1 500 de specii, 200 în Marea Azov și 28 în Caspica și Aral. În primul val de imigranți se numără polichetul *Fabricia sabella*, bivalva *Cardium edule lamarcki*, peștii *Syngnathus nigrolineatus*, *Atherina mochon* și planta monocotiledonată *Zostera nana*, care au pătruns prin bazinul pontic pînă în Caspica. *Cardium* și *Zostera* au ajuns pînă în Aral. Deși nu au mai beneficiat de conexiunea ponto-caspică, speciile mediteraneene din cel de al doilea și al treilea val au continuat să pătrundă în Caspica fie datorită imigrării prin rețeaua de ape continentale dintre cele două mări, fie în mod pasiv. Se numără între aceștia diatomee planctonice, *(Rhizosolenia calcar-avis)*, polichete *(Nereis diversicolor)*, bivalve *(Mytilaster lineatus)*, crustacee *(Balanus, Leander)*, pești *(Mugil)* care s-au și înmulțit masiv în noile areale. Ultimele specii mediteraneene au pătruns mai mult sau mai puțin în bazinul pontic, în funcție de capacitatea lor de toleranță osmotică și rhopică ajungînd pînă spre Capul Kaliakra. Imediat după ieșirea din strîmtoarea Bosforului, cercetările românești au identificat un *sector prebosforic de aclimatizare și selecție al noilor imigranți*. Dar

Scanned with OKEN Scanner

chiar specii de acest fel posedînd însă un specific eurihalin și eurirhopic se pot extinde rapid după pătrundere în bazin. Așa este cazul a două specii de moluște, imigrate cam în ultimul deceniu, care au ajuns să formeze populații dense în dreptul litoralului românesc: *Mya arenaria* și *Rapana thomasiana*.

O problemă interesantă de factură evolutiv-biogeografică este pusă de fauna pontică de *origine indo-pacifică* în clarificarea căreia un aport deosebit l-a avut R. Codreanu (1961). Aceste forme au imigrat tot pe calea Mediteranei.

Dintre *vieţuitoarele de origine dulcicolă*, cele cu capacităţi euribionte, selecţionate în fazele de îndulcire a bazinului pontic, s-au extins în arealul lui actual. Se citează astfel dintre peşti: *Percaria demidoffi*, *Acipenser nudiventris* şi *A. güldenstädti*.

Cercetările întreprinse pentru elucidarea provenienței populațiilor pontice actuale sînt numeroase, subiectul trezind larg interes. Notăm astfel dintre contribuțiile mai importante cele datorate lui N.V. Knipovici, L. Borcea, L. Zenckevici, Gr. Antipa, C. Motaș, R. Codreanu M. Băcescu, S. Cărăușu, J. Birstein, P. Ax, A. Valkanov, F.D. Morduhai-Boltovskoi, K.A. Vinogradov, M.T. Gomoiu și I. Porumb.

Studiind originea foraminiferelor pontice actuale, M. Tufescu (1974) a elaborat schema de principiu a evoluției acestor populații (fig. 40). Ea concordă cu rezultatele cercetărilor anterioare și a fost folosită pentru prezentarea făcută mai sus, cu completări pentru celelalte grupe de organisme din literatura citată și mai ales datorită excelentei sinteze datorate lui A. Remane și C. Schlieper (1971) prezentată în tratatul de „Biologie a apelor salmastre". Schema M. Tufescu (1974), deși nu este prima elaborată, folosește criteriul acțiunii selecției naturale în desemnarea fazelor de evoluție a populațiilor după complexul ecologic caracteristic.

Comunităţile biologice ale Mării Negre cuprind pelagialul și bentalul. *Pelagialul* este alcătuit din plancton și necton.

Se descrie de către cercetătorii sovietici o piramidă numerică a *planctonului* în care filoplanctonul reprezintă 99,7%, iar

Scanned with OKEN Scanner

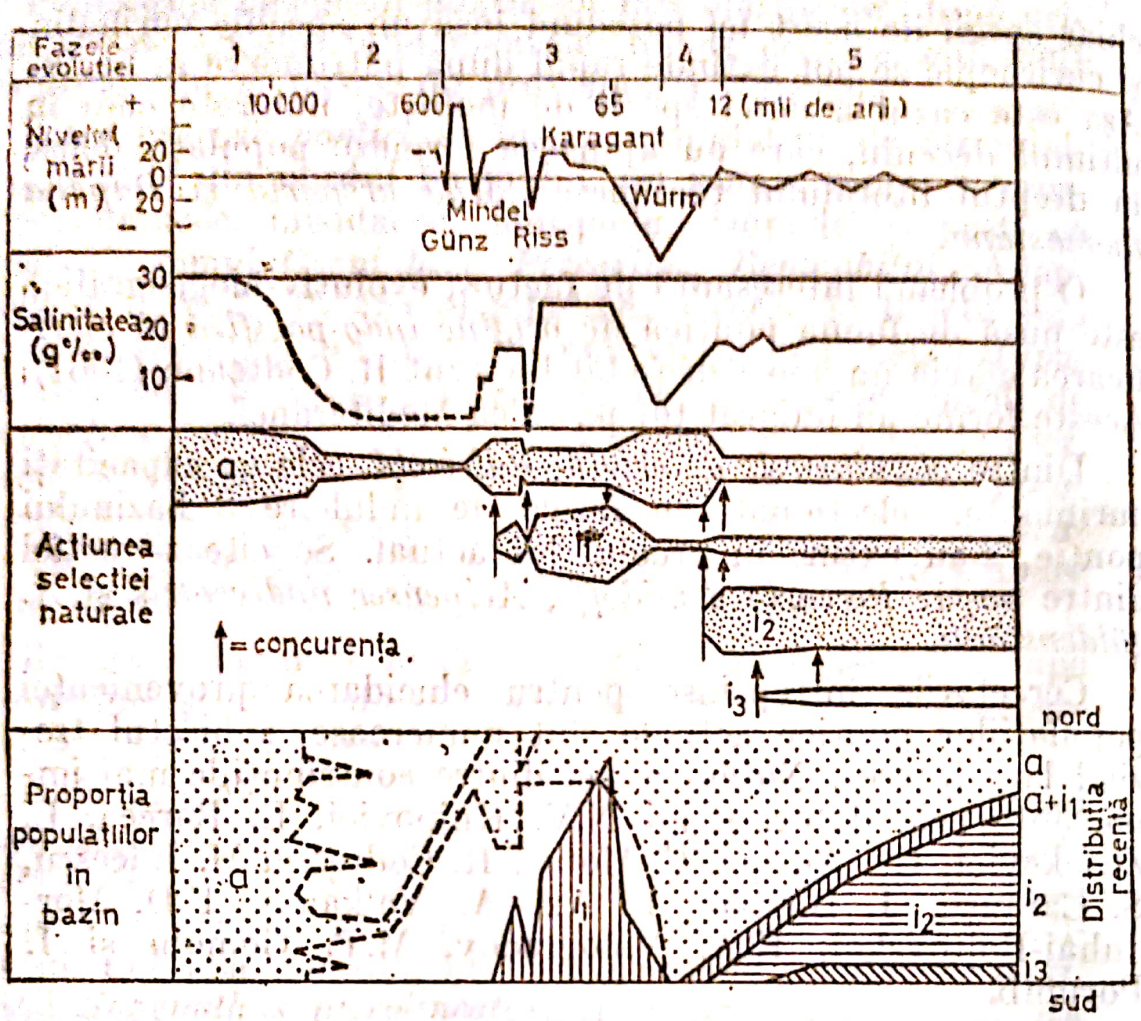


Fig. 40 Fazele evoluției populațiilor de foraminifere din bazinul pontic începînd din tortonian. Timpul este reprezentat logaritmic; *a* — relicte pontice; i_1 - i_3 — cele trei valuri de imigranți (după M. Tufescu).

zooplanctonul 1,3%. Compoziția planctonului pe grupe sistematice este următoarea:

Grupul	Nr. specii	%	Grupul	Nr. specii	%
Fitoplancton			*Zooplancton*		
Diatomee	136	56,7	Tintinide	16	22,6
Dinoflagelate	73	30,4	Copepode	15	20,6
Cyanophicee	20	8,4	Rotifere	14	19,9
Chlorophicee	8	3,4	Cladocere	12	17,0
Silicoflagelate	3	1,1	Meduze	9	12,8
			Chetognathe	2	2,9
			Alte grupe	3	4,2
Total	240	100,0	Total	70	100,0

Numărul de specii cunoscute a crescut repede prin cercetările din ultimul timp. Astfel, de exemplu, L. Rudescu citează 111 specii de rotifere, dintre care 16 noi pentru știință.

După cum se observă producătorii primari cei mai importanți sînt diatomeele și în urma lor vin dinoflagelatele. Dintre consumatorii planctonici se detașează protozoarele tintinide și crustaceii copepozi.

Din cauza concentrației de hidrogen sulfurat din apele profunde, planctonul prezintă în Marea Neagră o limită de distribuție în adîncime care a fost identificată de V. Nichitin a fi între 125—150 m în partea vestică a mării, între 150—175 m în zona centrală (între Crimeea și costa Anatoliei) și între 175—200 m în partea estică. Circulația apelor datorate curenților coboară limita maximă a planctonului prin sporirea proporției de oxigen.

În funcție de distribuția planctonului în adîncime s-au identificat trei grupuri. Primul, cu o repartiție maximă între 15 și 50 m este euriterm, fiind prezent ca specii în toate anotimpurile, dar înregistrînd numeric scăderi iarna. Al doilea grup este format din organisme stenoterme pentru apele reci, ceea ce face ca în timpul iernii să fie întîlnit în stratul superior de 50 m, iar odată cu încălzirea de primăvară organismele să se scufunde în adînc. Revenirea spre suprafață începe cu temperaturile scăzute de la sfîrșitul lunii noiembrie. Cel de-al treilea grup este stenoterm pentru ape calde, fiind întîlnit în stratul superior în timpul verii și al perioadei calde a anului, în general.

Citînd valori medii, biomasa planctonului scade în profunzime astfel:

Adîncimea (m)	0—25	25—50	50—75	75—100	100—125	125—150	150—175
Biomasa (mg/m^3)	210	141	121	84	90	54	38

Dinamica sezonieră a fitoplactonului include două perioade de înflorire algală. Maximum principal, datorat mai ales diatomeelor, se înscrie în sezonul de primăvară, cu valori de peste 100 000 celule la litru, în timp ce acela secundar se produce vara, produs de diatomee și dinoflagelate, atingînd densități de zece ori mai mici. În privința dinamicii zooplanctonului se remarcă rolul predominant al copepodelor în

tot cursul anului, cu maximă dezvoltare iarna. Spre primăvară sporește abundența tintinidelor, iar în lunile de vară un rol important revine zooplanctonului temporar (meroplanctonului) reprezentat de larvele bivalvelor.

Analizînd distribuția pe straturi a planctonului, V. Vodianițki estimează că biomasa sa totală pentru Marea Neagră este de circa 7 milioane tone, iar producția sa netă de 100 milioane tone pe an.

Cea mai mare parte a *nectonului* important economic este reprezentată de pești planctonofagi. Evoluția sa numerică, identificată prin pescuit, este dependentă atît de factorii abiotici cît și de cantitatea și calitatea planctonului. De exemplu, iarna grea din 1953—1954 a avut drept consecințe, pînă în 1959, scăderea numărului de pești planctonofagi (hamsia de Marea Neagră, stavridu mic, chefalul, scrumbia albastră) și dezvoltarea populațiilor de răpitori (pălămida și stavridul mare). Efectele vizibile sînt datorate unor interacțiuni complexe afectînd întreaga rețea trofică. Scăderea masivă a biomasei planctonice în cursul iernii amintite a însemnat o scădere a cohortelor de puiet, fapt care s-a reflectat și în anii următori în cantitatea de pește adult pescuit. Pe de altă parte s-a impus o rată ridicată a mortalității atît prin condițiile climaterice cît și prin răpitori. Peștii ihtiofagi au evoluat numeric pe baza cantității mari de hrană din anii anteriori. Dezvoltarea populațiilor lor nu numai că a stagnat ulterior creșterea populațiilor de pești pașnici dar a și coincis cu o reducție importantă a lor, ceea ce a condus la scăderi ale răpitorilor după 1959. Iată deci cum pentru necton, cu valori ale longevității individuale de mai mulți ani, un dezechilibru ecologic datorat unei singure ierni, are efecte de lungă durată.

Bentalul Mării Negre a fost identificat sub formă de biocenoze, posibile a fi cartografiate. Cum cea mai mare dezvoltare a platformei continentale se află în vestul bazinului, vom reprezenta harta biocenozelor din această parte a mării, rezultată prin activitatea de cercetare a specialiștilor sovietici, români și bulgari (fig. 41). Se poate observa că spre adîncimea de 200 m bentalul obișnuit dispare făcînd loc exclusiv populațiilor microbiene specifice concentrațiilor de hidrogen sulfurat. Limita profundă a bentalului este marcată de o zonă periazoică, o prelungire a biocenozei cu *Mo-*

Scanned with OKEN Scanner

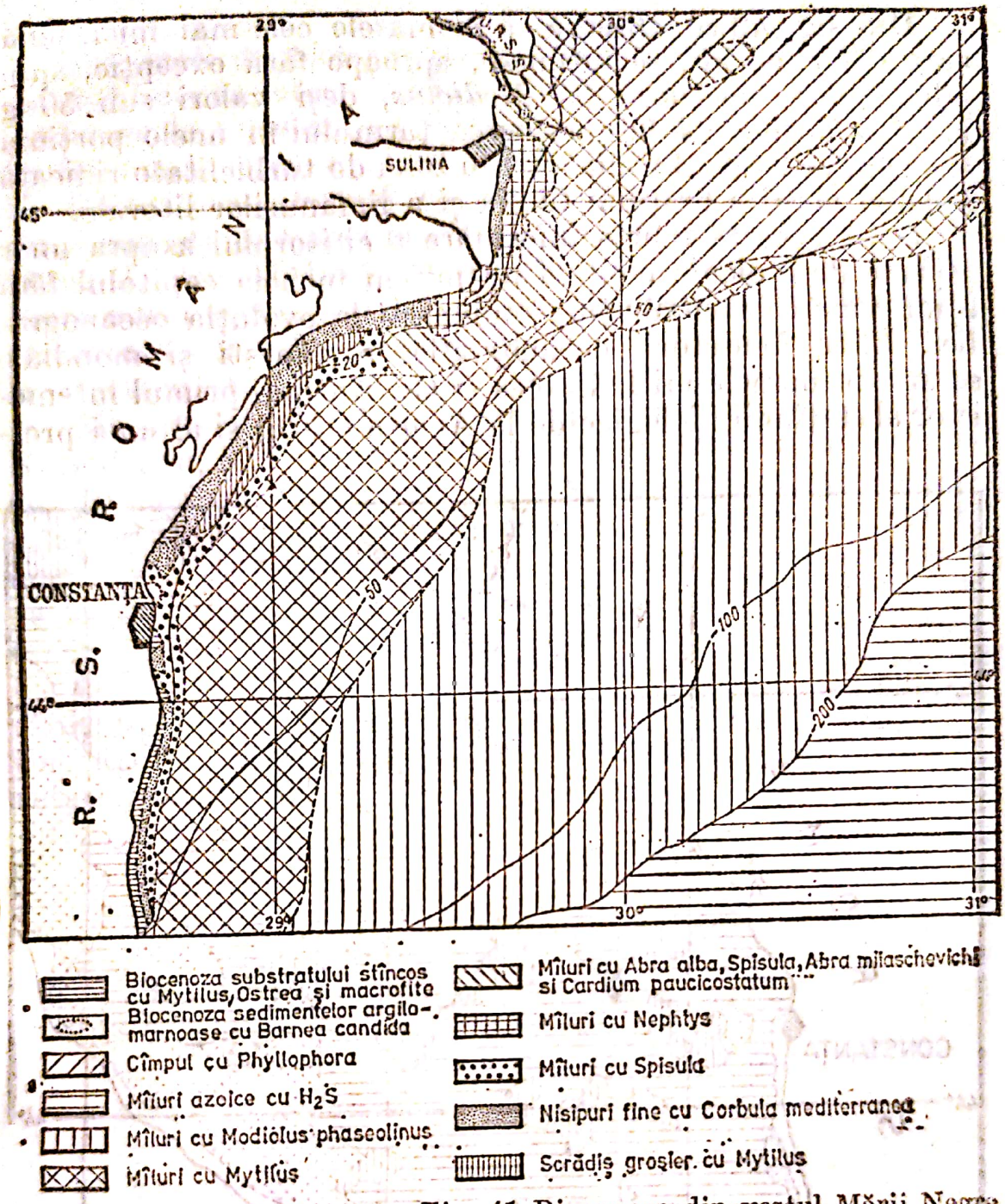


Fig. 41 Biocenoze din vestul Mării Negre

diolus phascolinus de mîl. Acesteia îi urmează spre adîncimi mai mici o altă biocenoză în formă de cordon, situată pe substrat mîlos, cea cu *Mytilus*. Spre țărm sînt întîlnite biocenoze de o factură mai fragmentată. Se mai impune a nota, în biocenoza cu *Mytilus*, pornind din zona Deltei Dunării spre nord, un imens cîmp algal cu *Phyllophora*.

Scanned with OKEN Scanner

Din fig. 42 se observă că biomasele cele mai mici, pînă spre 0,2 g pe m^2, se întîlnesc, aproape fără excepție, spre adîncimi în biocenoza cu *Modiolus*, deși valori sub 50 g la m^2 se întîlnesc și în apropierea țărmului în unele porțiuni așa cum este Capul Kaliakra sau zona de turbiclitate ridicată a deltei nordice brațului Chilia și a limanurilor litorale.

După această scurtă informare a cititorului asupra unor aspecte de ecologie pontică nu putem încheia capitolul fără a nu remarca contribuțiile românești la evoluția oceanografici. Între fondatorii oceanografiei românești și mondiale se înscriu numele lui I. Borcea și Gr. Antipa, primul întemeietor al stațiunii biologice de la Agigea (1926) și al unei pres-

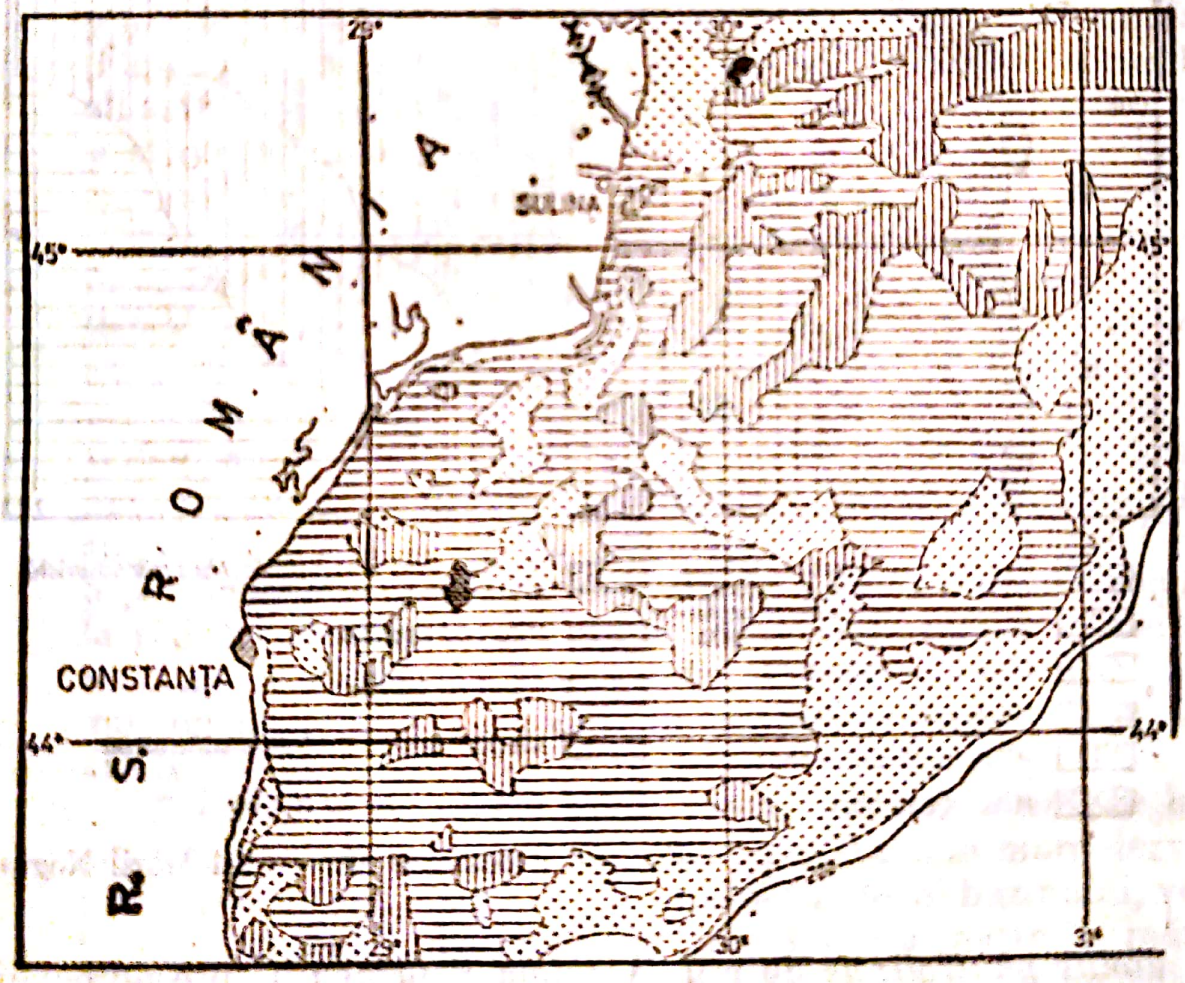
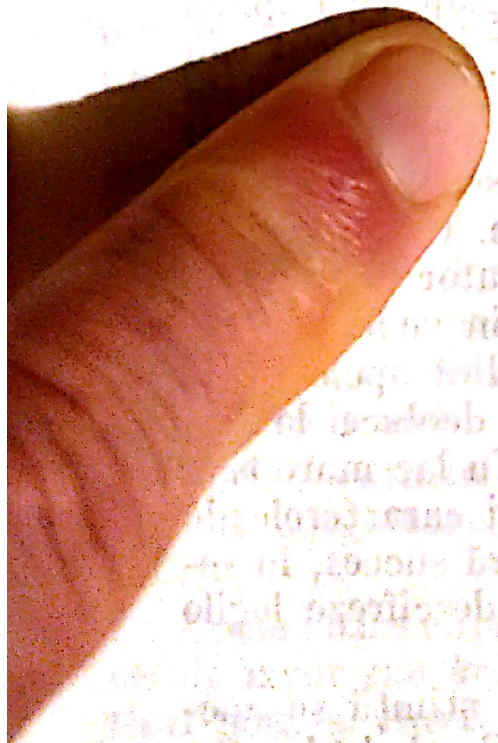


Fig. 42 Biomasa bentosului din vestul Mării Negre:

tigioase școli de biologie marină la Universitatea din Iași, cel de-al doilea întemeind la rîndul său Institutul biooceanografic de la Constanța (1932) și scriind prima mare monografie românească a Mării Negre (1941). Să nu uităm că E. Racoviță s-a format ca biolog studiind marea, utilizîndu-și cunoștințele apoi în cercetarea ecologiei marine polare. După 23 August 1944 zestrea științifică primită de la înaintași a fost preluată și dezvoltată. Un mare număr de biologi efectuează cercetări asupra Mării Negre, așa cum sînt: M. Băcescu, R. Codreanu, E. Pora, L. Rudescu, S. Cărăușu, N. Macarovici, P. Bănărescu, T. Nalbant, I. Porumb, N. Bodeanu, M.T. Gomoiu, G. Müller, A. Petran, M. Tufescu etc. În mod special biologia Mării Negre este studiată de cercetătorii de la Laboratorul marin din Constanța al Academiei, de la stațiunea Agigea, de la Institutul piscicol marin de la Constanța, de la stațiunea de la Sulina. Specialiști români participă la explorări oceanografice internaționale ale Oceanului Planetar. În ultimul deceniu toate forțele de cercetare românești în biologie, piscicultură și geologie marină au fost reunite sub forma Institutului Român de cercetări marine.



Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE ECOLOGICĂ ÎN LIMNOLOGIE

Apele continentale ocupă puțin din suprafața planetei, circa 0,2‰ și cu toate acestea cele mai importante descoperiri ecologice s-au realizat prin studierea lor. Ecosistemele apelor continentale, mai ales cele stătătoare de suprafață, au jucat pentru ecologie rolul pe care l-a avut musculița de oțet pentru dezvoltarea geneticii. Avantajele în explorare prezentate de aceste ecosisteme s-au făcut simțite atît la începutul secolului, cînd se puneau bazele ecologiei, cît și în ultimele decenii, cînd s-au relevat aspecte de subtilitate. Apele continentale par să ofere, deci, încă multe rezerve cercetării ecologice în viitor.

Să nu uităm că prin ecologie omul sondează practic infinitul: i se impune să înțeleagă funcționarea unor sisteme de dimensiuni mult mai vaste decît cea individuală, cu relații neevidențiate de multe ori explicit și cu reglaje ce implică durate mari pentru longevitatea observatorului. Lacul sau balta față de mare sau pădure sînt spații mici, mai apropiate de dimensiunile umane din multe puncte de vedere. Mediul acvatic este mai uniform decît cel terestru; se pot evidenția un număr minim de structuri fundamentale. Cercetarea se poate continua în bune condițiuni în laborator sub formă experimentală. Nu trebuie însă să scăpăm din vedere că recomandările tratatelor ecologice pentru studiul apelor continentale de felul lacului sau bălții se referă deobicei la formațiuni de acest fel cu dimensiuni reduse. Un lac mare este un obiect de studiu la fel de complex ca și caracterele de geniu pe baza cărora Fr. Galton încearcă fără succes, în secolul trecut, cam în vremea lui Mendel, să descifreze legile transmiterii genetice a caracterelor.

Pentru a explica nașterea limnologiei ca știință se apelează la rememorarea explorărilor lui F.A. Forel de la sfîr-

Scanned with OKEN Scanner

situl secolului trecut asupra lacului Leman, cît și a cercetărilor din primele decenii ale secolului al XX-lea desfășurate de către E. Naumann și A. Thienemann asupra lacurilor din nordul Europei. În cadrul primului congres al Societății internaționale de limnologie care a avut loc la Kiel, în august 1922, Naumann și Thienemann arătau că: „*limnologia* este știința apei dulci ca întreg, care apelează la tot ceea ce afectează apa dulce". Se pune astfel de la început, mai bine decît în alte domenii, amprenta cercetării sistemice asupra complexului natural abordat. Trebuie să dăm totodată o explicație pentru înțelegerea corectă a definiției. În literatura științifică a multor țări, de limbă engleză, rusă sau germană, s-a încetățenit termenul de „apă dulce" pentru cel de „apă continentală", folosit mai ales în limbile neolatine. Se mai impune să notăm și observația care se face în tratatul lui E. Odum: „ecologia apei dulci este adesea interpretată a fi sinonimă limnologiei dar este mult mai potrivit a fi considerată ca un aspect primar biologic al limnologiei".

Am relevat succint importanța tematică a studiului apelor continentale, dar nici aspectul practic nu este de neglijat. Cele 0,2% din suprafața pămîntului ce revin apelor continentale trebuie să furnizeze apă potabilă, industrială, energetică și de irigații pentru întreaga suprafață terestră. Problema apei dulci este fundamentală în criza ecologiei actuală și de perspectivă. Fără apă dulce civilizația umană nu poate exista. Ecologiei apelor continentale îi revine deci un rol fundamental în supraviețuirea și progresul uman.

Ținînd seama de *DIVERSITATEA TIPURILOR DE APE CONTINENTALE*, se impune, înainte de alte aspecte, ca aceasta să fie prezentată cititorului.

Se recunosc două clase mari de ape continentale: cele de la suprafață, numite *epigee*, și cele din profunzime, *hipogee*, de care ne vom ocupa în cadrul capitolului privind ecologia cavernicolă.

Apele continentale supraterane sînt de factură predominant curgătoare, *regim lotic*, și stătătoare sau de *regim lentic*.

Apele lotice cuprind trei complexe zonale mai importante: cel de izvor sau *krenon*, de pîrîuri și rîuri sau *rhithron* și de rîuri mari și fluvii sau *potamon*.

Apele lentice cuprind următoarele tipuri naturale: lacuri, bălți, mlaștini, bălți temporare, lacuri sau bălți salmastre și suprasărate. Omul a adăugat cîteva tipuri amenajate ca lacurile de baraj, iazurile și eleșteele.

Apele epigee se pot clasifica și după criteriul capacității trofice sau al posibilităților existente în privința unor materii prime de factura azotaților și fosfaților pentru autotrofe, a biomasei producătorilor primari pentru consumatori și descompunători. Îmbogățirea trofică a sistemelor acvatice este desemnată sub numele de *eutrofizare*. Noțiunea de eutrofie, introdusă de către E. Naumann (1921), a fost definită în multiplele sale corelații de către A. Thienemann (1925) în clasificarea lacurilor. În privința apelor curgătoare, deși criteriul nu a fost folosit explicit, s-a constatat că dinspre izvor spre vărsare se produce un proces de eutrofizare.

Clasificarea trofică a lacurilor, datorată lui A. Thiemann, cuprinde două tipuri extreme definind o direcție de evoluție: lacul oligotrof și eutrof. Urmărindu-le caracteristicile vom putea schița mai bine succesiunea de eutrofizare.

Lacul oligotrof este numit astfel de la cuvintele grecești *oligos*, care înseamnă puțin și „*trophos*" — hrană. Reprezintă o categorie de lacuri sărace în azotați și fosfați ceea ce face ca producția primară și biomasa autotrofelor să fie redusă. De obicei ca producători primari se identifică fitoplanctonul. Lipsește bordura de vegetație macrofitică litorală specifică lacurilor eutrofe. Producția primară se răsfrînge în două feluri asupra vieții lacului. În primul rînd consumatorii sînt puțini, întrunind o biomasă mică atît în pelogial, cît și în bental. În al doilea rînd cantitatea redusă de detritus produsă primar sau secundar în părțile superioare ale lacului este distrusă de către descompunători și nu se realizează procesul de colmatare biogenă în profunzime. Cantitatea redusă de detritus este corelată cu densități scăzute ale populațiilor de bacterii heterotrofe: sub 100 celule/ml (J. Overbeck, 1974). Să notăm și faptul că distrucția detritusului se realizează și prin concursul adîncimii mari a lacurilor oligotrofe. Pe această cale bentalul dispune de puține resurse trofice, fiind la rîndul său redus ca biomasă. Intensitatea scăzută a proceselor bacteriene în zona afotică permite o bună oxigenare a apelor pînă la mari adîncimi. A. Thienemann citează ca specifice bentosului din lacurile

Scanned with OKEN Scanner

cu troficitate scăzută larvele de chironomide din genul *Tanytarsus*, care prezintă un caracter stenoxibiont pentru ape oxigenate. Aportul scăzut de detritus din zona eufotică face ca biomasa bentală să fie mică, de ordinul 1—4 g pe m^2. Existența în apele lacului a unor cantități mici de particole de detritus cît și vieţuitoare fac ca lumina solară să poată pătrunde pînă la adîncimi mari, avînd două categorii de efecte. Pe de o parte transparența ridicată conferă o culoare albastră apelor, pe de alta fitoplanctonul poate exista pînă la adîncimi mari, asigurînd o producție primară, este drept scăzută.

De obicei lacurile oligotrofe se găsesc în zone tinere din punct de vedere ecologic. Astfel sînt lacurile de pe scutul scandinav, care s-au format după topirea ultimei calote glaciare sau în zonele alpine ale munților Alpi și Carpați, ocupînd circurile glaciare eliberate după topirea gheţarilor. Din acest punct de vedere tipul oligotrof deschide o succesiune ecologică primară. Substratul geologic joacă la rîndul său un rol important. Atît lacurile scandinave cît și cele alpine glaciare sînt amplasate pe un substrat cristalin care eliberează în soluție cantități practic neglijabile de săruri necesare producției primare.

Lacul eutrof este, prin opoziție față de primul, un lac cu „capacități" trofice „adevărate", după cum îl arată numele. Acestui tip îi aparțin lacuri bogate în azotați și fosfați, ceea ce permite dezvoltarea unor populații bine reprezentate de producători primari, atît sub formă de alge planctonice cît și ca macrofite. Acestea din urmă alcătuiesc o zonă litorală de vegetație emersă, natantă și submersă. Prin bogăția de săruri se asigură o producție primară ridicată. Procesul caracteristic lacurilor eutrofe este, în acest sens, cel de „înflorire" algală, respectiv de dezvoltare masivă a fitoplanctonului de suprafață pînă ce apele capătă o culoare verde-maronie.

Sînt trei consecințe mai importante ale producției primare excesive.

În primul rînd transparența apei este foarte mult redusă, ceea ce face ca nivelul producției primare să scadă rapid în profunzime din cauza ecranării luminii.

În al doilea rînd, abundența fitoplanctonului modifică oxigenarea straturilor superioare. Ziua, în cursul fotosin-

tezei, se produc cantități mari de oxigen, peste valorile normale, în timp ce noaptea, încetarea procesului în prezența unor biomase mari face ca valorile gazului să scadă extrem de mult prin respirație. Aceste alternanțe circadiene între exces și insuficiență a oxigenului au drept consecință ridicarea procentului mortalității pentru multe populații din zona eufotică a lacului.

În al treilea rînd, prin valorile sale ridicate, producția primară nu mai poate fi reglată de consumatori. Rezultă astfel un exces de producție vegetală în zona eufotică care se depune în profunzime. Acest proces are două implicații în viața lacului. Pe de o parte el se colmatează repede, micșorîndu-se adîncimea. Pe de altă parte cantitatea ridicată de materie organică care intră în zona afotică permite dezvoltarea unor procese de distrucție bacteriană foarte intense. Se citează, pentru lacurile eutrofe, densități ridicate ale populațiilor de bacterii heterotrofe: de ordinul a $10^4 - 10^6$ celule/ml (J. Overbeck, 1974). Ca urmare, se înregistrează un deficit de oxigen în profunzime. Cu toată bogăția de detritus, insuficiența oxigenului limitează biomasa bentală și acționează ca un factor de selecție, impunînd specii rezistente la acest deficit.

Fauna bentonică este caracterizată de forme eurioxibionte, așa cum sînt viermii *Tubifex* și larvele *Chironomus*. Deși se impun condițiile limitative citate, bentosul lacului eutrof prezintă biomase superioare lacului oligotrof. Se menționează astfel valori de peste 20 g pe m^2.

A. Thienemann a studiat ca tip eutrof concret lacurile baltice, din nordul cîmpiei germane, dar acesta este întîlnit și în alte zone geografice. Îi este caracteristic de obicei patul sedimentar care permite trecerea în disoluție a unor cantități mari și variate de săruri, comparativ cu lacul oligotrof.

În succesiunea de eutrofizare se intercalează și timpul intermediar, *mezotrof*, care prezintă atît caracteristici oligotrofe, prin distribuția echilibrată în profunzime a producției primare, cît și eutrofe, prin valori ridicate ale acesteia.

Trebuie însă să notăm faptul că nu există o singură serie de succesiuni ale unui lac de la oligotrof prin tipul mezotrof spre eutrof. În situația în care lacul se află într-o regiune montană pe un substrat acid (păduri de conifere, sfagnete) aportul de acizi humici modifică pe de o parte reacția apelor

lacului, pe de alta le îmbogățește în suspensii, micșorînd totodată transparența. Lacul nu s-a eutrofizat, întrucît la o analiză mai atentă se constată biomase mult mai mici ale bentosului și nectonului. Zooplanctonul este însă bogat în specii de protozoare, rotifere, cladocere, exploatînd direct sau indirect materia organică care a îmbogățit lacul. Apele brune „noroioase" ale unui astfel de lac, ca și celelalte caractere menționate, îl încadrează în tipul *distrof*. Se mai pot produce succesiuni lacustre prin acidificare fără scăderea transparenței, ceea ce conduce către tipul *oxitrof*. În cazuri de alcalinizare se produce o succesiune spre tipul *conitrof*, iar la îmbogățirea cu apă glaciară, proces caracteristic lacurilor alpine — o succesiune spre tipul *criotrof*.

Reținem, deci, gama largă a posibilităților de evoluție a unei ape continentale stătătoare. Dar succesiuni similare se produc și în privința apelor curgătoare.

MEDIUL LACUSTRU este caracterizat, ca și în cazul celui oceanic, de o zonare a sa datorată în primul rînd distribuției luminii, temperaturii și oxigenului.

Așa cum notam anterior, *stratificarea termică* a fost evidențiată de către F.A. Forel în studiile efectuate asupra lacului Leman. Se constată de exemplu că, în timpul verii, temperatura scade treptat la suprafață spre profunzime. La o anumită adîncime scăderea se face brusc, după care se reia reducerea treptată termică pînă la +4°C pentru apele de adîncime. După cum se știe, densitatea cea mai mare a apei se înregistrează la +4°C, ceea ce face ca aceste ape să se stratifice în adîncime.

Stratul în care se înregistrează saltul termic a fost denumit *termoclină*. Deasupra ei întreaga masă de apă formează *epilimnionul*, iar dedesubt — *hipolimnionul* (fig. 43).

Dacă în timpul verii temperatura scade spre adînc, iarna procesul este invers. La suprafață, apa lacului îngheață ocupînd o adîncime mai mică sau mai mare din epilimneon. Între stratul înghețat, de 0°C și apele profunde, cu o temperatură de +4°C, temperatura crește treptat, cu un salt termic mai puțin evident decît vara.

Pentru zonele temperate deci, lacurile prezintă, în general, două sezoane de stratificare termică: vara și iarna. Primăvara și toamna, stratificarea este distrusă, întreaga masă a apei avînd, în principiu, temperatura de +4°C. Circulația

Scanned with OKEN Scanner

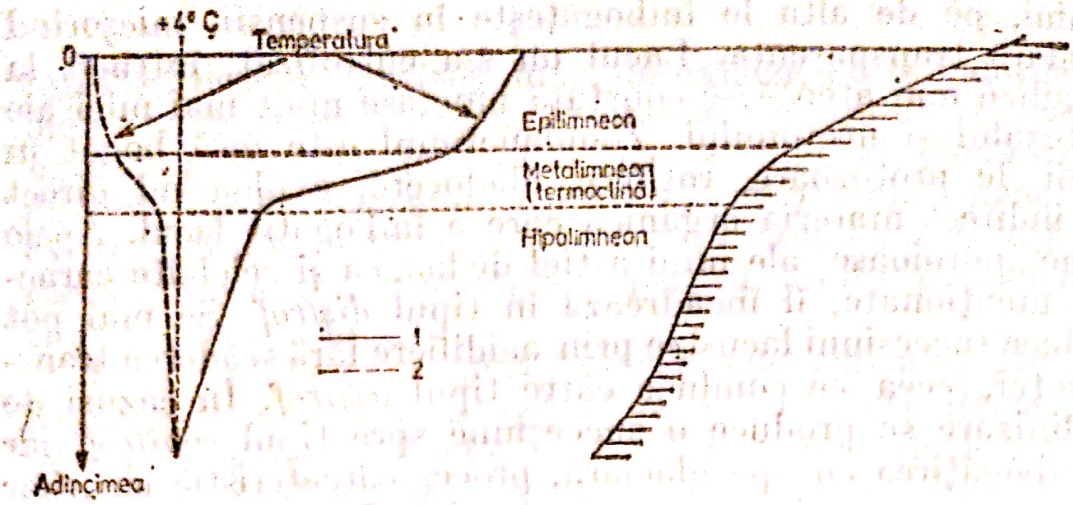


Fig. 43 Zonarea termică a apelor lacului: 1 — vara; 2 — iarna.

pe verticală a apelor, primăvara, se realizează prin încălzirea epilimnionului și topirea cuverturii de gheață. Prin ridicarea temperaturii, apele ating valoarea de +4°C, corespunzînd unei densități maxime, ceea ce se soldează cu un proces de „scufundare" în straturile mai puțin dense de dedesubt. Astfel noi straturi sînt ridicate la suprafață și încălzite pînă la +4°C. Circulația de toamnă se produce în sens invers termic, prin răcirea straturilor superioare ale epilimneonului pînă la + 4°C.

Cazul de mai sus, citat de obicei în lucrările clasice, nu este general, ci particular unor tipuri de lacuri. În viziunea modernă se consideră că există pe glob trei clase fundamentale, în funcție de prezența sau absența unei circulații pe verticală: lacuri amictice, meromictice și holomictice. Clasificarea datorată inițial lui Hutchinson și Löffler (1956) a fost ameliorată recent de Walker și Likens (1974).

Categoria lacurilor *amictice*, fără circulație verticală, destul de discutată, încadrează acele ape stătătoare polare sau alpine caracterizate prin cuvertură perenă de gheață. Se constată în multe cazuri însă existența unei circulații a apei sub gheață, ceea ce este specific tipului *meromictic*. Un astfel de lac este afectat doar parțial de procese de circulație, existînd zone în care nu se produce amestecul de ape. În sfîrșit, tipul *holomictic* include lacuri în care masele de ape diferite pe verticală se amestecă cel puțin o dată pe an. Se disting astfel trei subtipuri mai importante: lacul *monomictic* (o perioadă

Scanned with OKEN Scanner

pe an de circulație), *dimictic* (două perioade anual) și *polimictic* (mai mult de două perioade). Situația descrisă inițial a lacurilor temperate cu circulație de primăvară și toamnă aparține subtipului dimictic.

În lacurile propriu-zise lumina pătrunde doar în zona de ape superioare, numită *eufotică*. Fiind suficient de adînci, lacurile prezintă și o zonă *afotică*, profundă. În limnologie, limita dintre cele două zone este numită *nivel de compensație*, întrucît aici rata fotosintezei este egalată de rata respirației (fig. 44). Spre deosebire de lacuri, bălțile au adîncimi mici care nu depășesc zona eufotică și totodată nici epilimnionul.

Distribuția oxigenului în apele lacului este dependentă de tipul de troficitate căruia acesta îi aparține. În apele oligotrofe temperate, în care se înregistrează biomase reduse, producția primară influențează în mică măsură cantitatea de oxigen solvită. Astfel aceasta este dependentă de distribuția temperaturii, fiind știut faptul că prezintă valori cu atît mai mari cu cît temperatura este mai scăzută. De exemplu la 5°C cantitatea de oxigen din apă este de 12,3 mg la litru, la 10°C — 11,03 mg la litru, iar la 20°C — 8,92 mg la litru. Întrucît lacurile oligotrofe sînt de obicei reci, alpine, cu mici variații termice între epi- și hipolimneon, distribuția

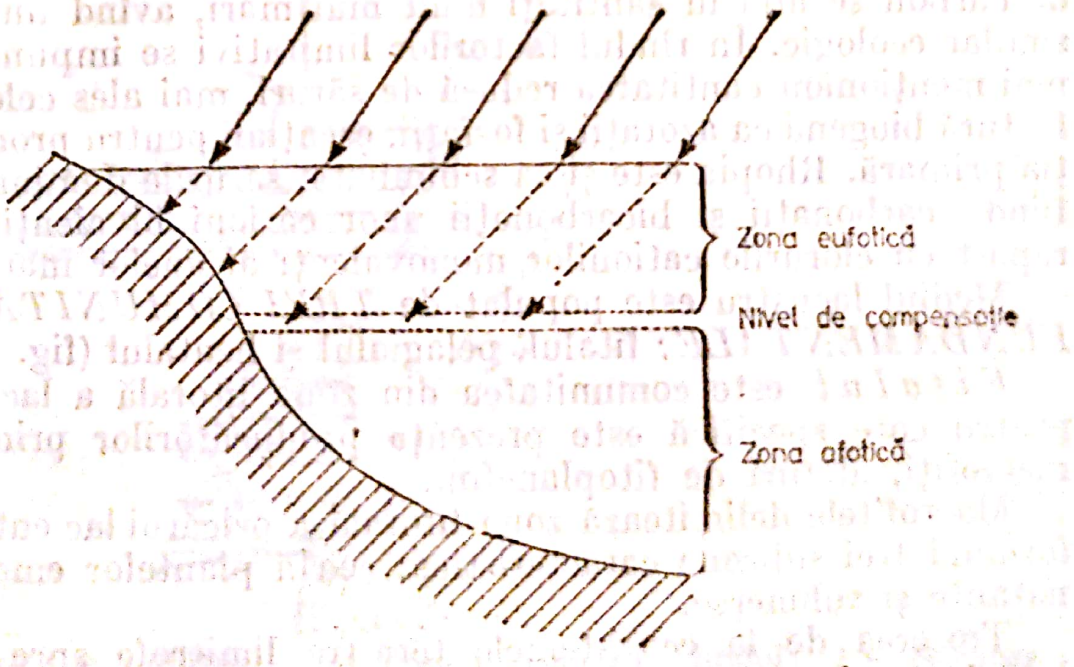


Fig. 44 Zonarea apelor lacului după adîncimea de penetrare a razelor Soarelui.

oxigenului în adîncime este *ortogradă*. Adică cantitatea de oxigen scade insesizabil spre ape profunde și în mod lincar.

În lacurile eutrofe temperate, prin biomasa ridicată a producătorilor primari și consumatorilor, biocenoza influențează mult mai puternic distribuția oxigenului decît procesele fizice. Cantitatea de oxigen de obicei scade foarte repede spre adîncime, dispariția producătorilor primari fiind marcată de o bruscă micșorare a gazului urmînd apoi același ritm de scădere datorită creșterii consumului de oxigen prin procese bacteriene și respiratorii animale. O astfel de distribuție a oxigenului în adîncime, cu scăderi rapide și cu înscrierea unui salt negativ, este de tip *clinograd*.

Lacurile polare, prin manifestarea continuă a înghețului stratului superficial, prezintă o stratificare termică inversă, cu temperatura cea mai ridicată (+4°C) în adîncime. Cantitatea de oxigen este dependentă de cuvertura de gheață, producția primară și temperatură.

Pentru lacurile tropicale care prezintă o stratificare termică normală, prin valurile ridicate ale temperaturii diurne, oxigenul este predominant dependent de acest factor.

În general oxigenul se află în apă în cantități mult mai mici decît în aer, ceea ce îi conferă valoarea de factor limitativ pentru comunitățile acvatice. Pe de altă parte, dioxidul de carbon se află în cantități mult mai mari, avînd un rol similar ecologic. În rîndul factorilor limitativi se impune să mai menționăm cantitatea redusă de săruri, mai ales cele de factură biogenă ca azotații și fosfații, esențiali pentru producția primară. Rhopia este și ea schimbată, sărurile dominante fiind carbonații și bicarbonații unor cationi bivalenți, în raport cu clorurile cationilor monovalenți ai apelor marine.

Mediul lacustru este populat de *TREI COMUNITĂȚI FUNDAMENTALE:* fitalul, pelagialul și bentalul (fig. 45).

Fitalul este comunitatea din zona litorală a lacului pentru care specifică este prezența producătorilor primari macrofiți, alături de fitoplancton.

Macrofitele delimitează zona litorală a oricărui lac eutrof, formînd trei subzone caracteristice: cea a plantelor emerse, natante și submerse.

Trecerea de la ecosistemele terestre limitrofe spre cel lacustru este marcată de o serie de plante de mlaștină: *Equisetum, Scirpus Jurcus, Carex, Glyceria, Heleocharis, Hippuris,*

Scanned with OKEN Scanner

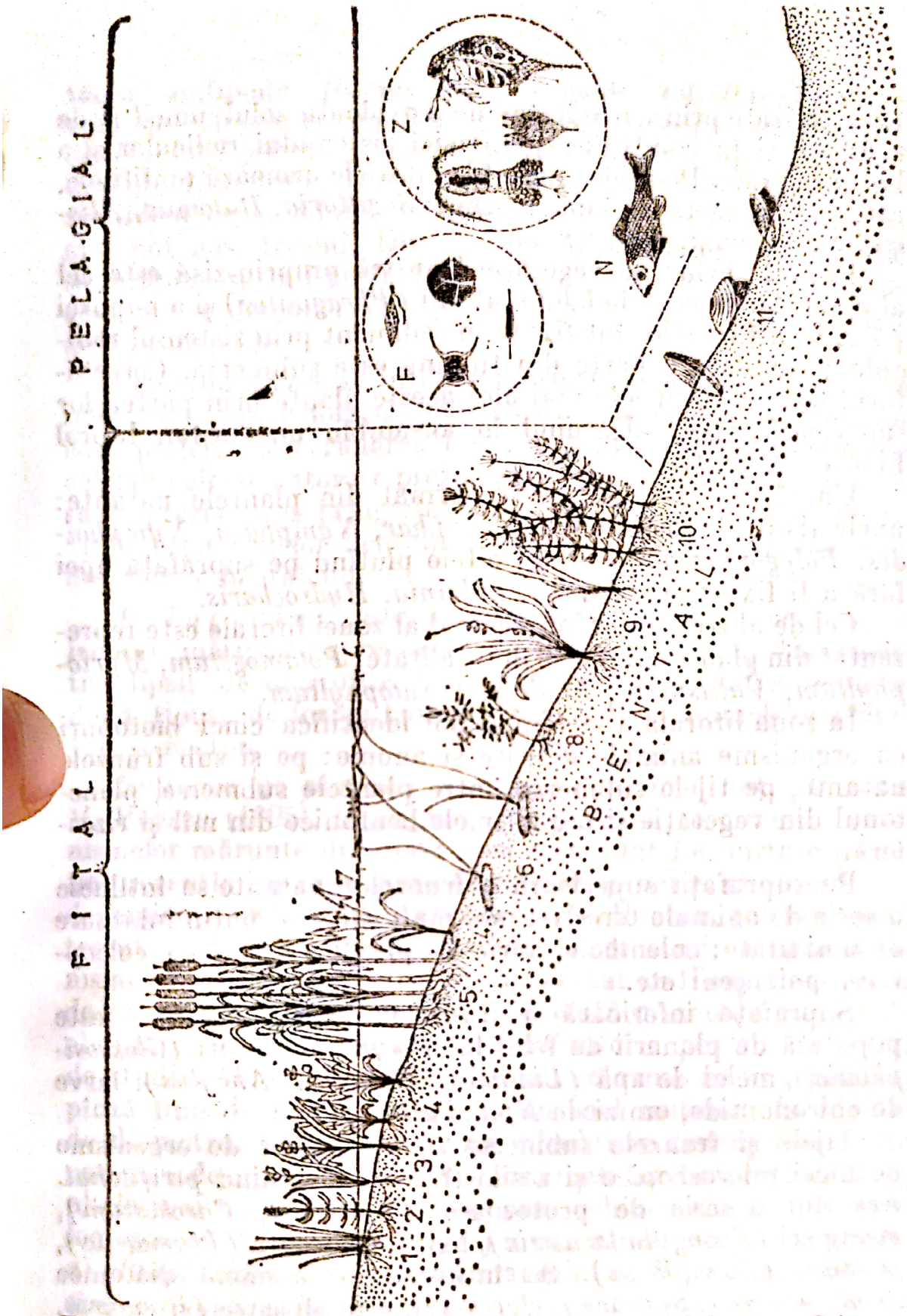


Fig. 45 Comunităţile ecosistemului lacustru: fitalul; 1 — *Scirpus;* 2 — *Equisetum;* 3 — *Sparagnum;* 4 — *Sagittaria;* 5 — *Typha;* 6 — *Nuphar;* 7 — *Lemna;* 8 — *Elodeea;* 9 — *Vallisneria;* 10 — *Ceratophyllum;* pelagialul; *F* — fitoplancton; *Z* — zooplancton; *N* — necton; bentalul: 11 — asociaţia batială de bivalve.

Scanned with OKEN Scanner

caracterizate prin capacitatea de a exploata solul umed și de a exista și în condițiile submersiei sistemului radicular și a bazei tulpinei. Plantelor hidrofile citate le urmează amfifitele, care sînt submerse în bună măsură: *Sagittaria*, *Butomus*, *Alisma*, *Sparagnum*, *Polygonum*.

Primul „brîu" de vegetație lacustră propriu-zisă este cel al plantelor emerse de felul stufului *(Phragmites)* și a papurei *(Typha)*. Plantele sînt fixate în sediment prin sistemul radicular; totodată o parte din tulpină este submersă. Cercetătorul lacului surprinde mai ales aceste plante prin partea lor superioară apei, alcătuind în ansamblu un cordon litoral bine evidențiat.

Un al doilea cordon este format din plantele natante: unele fixate în sediment ca: *Nuphar*, *Nymphaea*, *Nymphoides*, *Polygonum amphibium*, altele plutind pe suprafața apei fără a fi fixate, ca: *Lemna*, *Salvinia*, *Hydrocharis*.

Cel de al treilea cordon vegetal al zonei litorale este reprezentat din plante submerse în totalitate: *Potamogetum*, *Myriophyllum*, *Vallisneria*, *Elodeea*, *Ceratophyllum*.

În zona litorală a lacului se pot identifica cinci biotopuri cu organisme animale diferite și anume: pe și sub frunzele natante, pe tijele submerse, între plantele submerse, planctonul din vegetație și organismele bentonice din mîl și rizosferă.

Pe suprafața superioară a frunzelor natante se întîlnesc o serie de animale terestre, mai mult sau mai puțin iubitoare de umiditate: colembole, purici de plante *(Aphidae)*, coleoptere, paianjeni etc.

Suprafața inferioară a frunzelor mari, *natante*, este populată de planarii de felul lui *Polycelis*, lipitori *(Glossosiphonia)*, melci de apă *(Limnaea, Planorbis, Ancylus)*, larve de chironomide, omizi de *Nymphula* etc.

Tijele și frunzele submerse sînt populate de organisme deobicei microscopice și sesile (fixate) alcătuind *perifitonul*. Așa sînt o serie de protozoare *(Vorticella, Carchesium)*, spongieri *(Spongilla lacustris)*, hidre, briozoare *(Plumatella)*, rotifere *(Floscularia)*. Se întîlnesc de asemeni diatomee *(Gomphonema, Synedra)*, alge verzi, alge albastre *(Rivularia, Glocotrichia)*.

În vegetația submersă trăiesc viermi oligocheți *(Stylaria)*, hirudinee, gastropode *(Limnaea, Planorbis, Viviparus)*, crus-

tacee amfipode *(Gammarus)*, izopode *(Asellus)*, insecte cum sînt larvele și nimfele de libelule, coleopterele acvatice de felul lui *Dytiscus*, *Cybister* sau *Hidrous*, heteroptere *(Nepa, Corixa, Ranatra)*. Dintre vertebrate, pe lîngă larvele de amfibieni ca și adulți, dealtfel cu prezență discontinuă, se mai pot găsi tritoni. Dintre formele nectonice în vegetație se întîlnesc și unii pești. La o analiză mai atentă a plantelor acvatice se descopăr sfredelitori ai acestora de felul lavrelor de chironomide.

Planctonul care se întîlnește printre plantele submerse se selectează dintre formele existente deobicei în pelagial, dar care preferă fie ecranarea luminii produsă de vegetație, fie celelalte efecte datorate prezenței acesteia. Vom reveni asupra sa în prezentarea pelagialului. La fel vom proceda și în privința organismelor bentonice care vor fi indicate odată cu descrierea bentalului.

P e l a g i a l u l este comunitatea din zona centrală a lacului, mărginită spre uscat de fital, ocupînd spațiul lacustru lipsit de macrofite. În componența sa intră deobicei două tipuri de forme biotice desemnate cu numele de plancton și necton.

Noțiunea de *plancton* este introdusă în știință de către V. Hensen (1895), înțelegînd prin aceasta totalitatea organismelor mărunte din masa apei care sînt fie purtate pasiv, fie prezentînd o capacitate de mișcare proprie, rămînînd însă dependente de curenți. Anterior lui V. Hensen, tot în secolul trecut, J. Müller a realizat o serie de cercetări asupra organismelor planctonice pe care le-a colectat cu fileul. Prelevarea de probe planctonice cu fileul, devenită o metodă clasică de abordare, a rămas de asemeni definitorie pentru un astfel de studiu. Metoda impune filtrarea coloanei de apă printr-o pînză fină de moară fixată pe un inel metalic. În funcție de diametrul ochiurilor pînzei fileului se disting mai multe categorii de organisme planctonice, unele fiind captate de fileu, altele mai mici strecurîndu-se prin ochiuri. Cunoscutul ecolog spaniol Margaleff (1955) a propus următoarele delimitări: a) *ultraplancton* — organisme mai mici de 5 μ; b) *nanoplancton*, organisme de 5—50 μ; c) *microplancton*, organisme de 50—500 μ; d) *mezoplancton*, organisme de 0,5—1 mm și e) *macroplancton*, organisme peste 1 mm care sînt captate totuși

Scanned with OKEN Scanner

cu fileul. Categoriile dimensionale ale planctonului sînt menținute în principiu ca nomenclatură de la un autor la altul; diferă însă numai valoarea definitorie.

Planctonul este subdivizat și după alte criterii. De exemplu, ținînd seama de perioada de existență planctonică a organismelor se recunosc două categorii: *holoplanctonul* format din viețuitoare ce trăiesc toată viața în plancton și *meroplanctonul* alcătuit deobicei din indivizi fie bentonici fie nectonici care intră temporar în componența planctonului, deobicei în stadiile tinere. Dar subdivizarea cu cele mai profunde semnificații ecologice pentru plancton este cea datorată nivelului producției biotice. Se identifică astfel trei categorii majore: *fitoplanctonul*, *zooplanctonul* și *bacterioplanctonul*.

Fitoplanctonul (fig. 46) sau planctonul vegetal este compus din trei categorii dominante de plante: diatomee, alge verzi sau cloroficee și cianoficee. Algele verzi formează un grup cu o mare diversitate; comune sînt speciile de *Volvox*, *Chlamydomonas*, *Closterium*, etc. Cianoficeele sau algele albastre, cum ar fi *Chroococcus*, *Anabaena*, sînt importante prin capacitatea lor rapidă de dezvoltare numerică și prin secreții de ectocrine cu un efect inhibitor pentru celelalte organisme mult mai puternic decît al altor alge. Dintre diatomee citățm pe *Stephanodiscus*, *Asterionella*, *Fragillaria*, *Rizosolenia*. Celor trei grupuri menționate li se adaugă specii dintre fitoflagelate.

Producția primară în exces a fitoplanctonului configurează de obicei două perioade de maxim pentru lacurile temperate: primăvara și toamna. Maximum de primăvară este datorat regenerării fosfaților și asolaților din apă prin activitatea de „mineralizare" a bacteriilor din timpul iernii. Odată cu creșterea intensității luminii solare cît și a temperaturii se creează astfel condiții propice de dezvoltare algală în masă. Acest „vîrf" de primăvară al producției primare epuizează în timpul verii resursele de săruri citate, repuse în circuit de bacterii la începutul toamnei cînd se produce al doilea maxim. Deobicei primul maxim, cel de primăvară, este datorat înmulțirii masive a diatomeelor, în timp ce al doilea, toamna, este produs de cianoficee. Grupul fitoplanctonic care este predominant pentru fiecare maxim se modifică însă în funcție de configurația fizico-chimică și biologică a lacului și anului respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

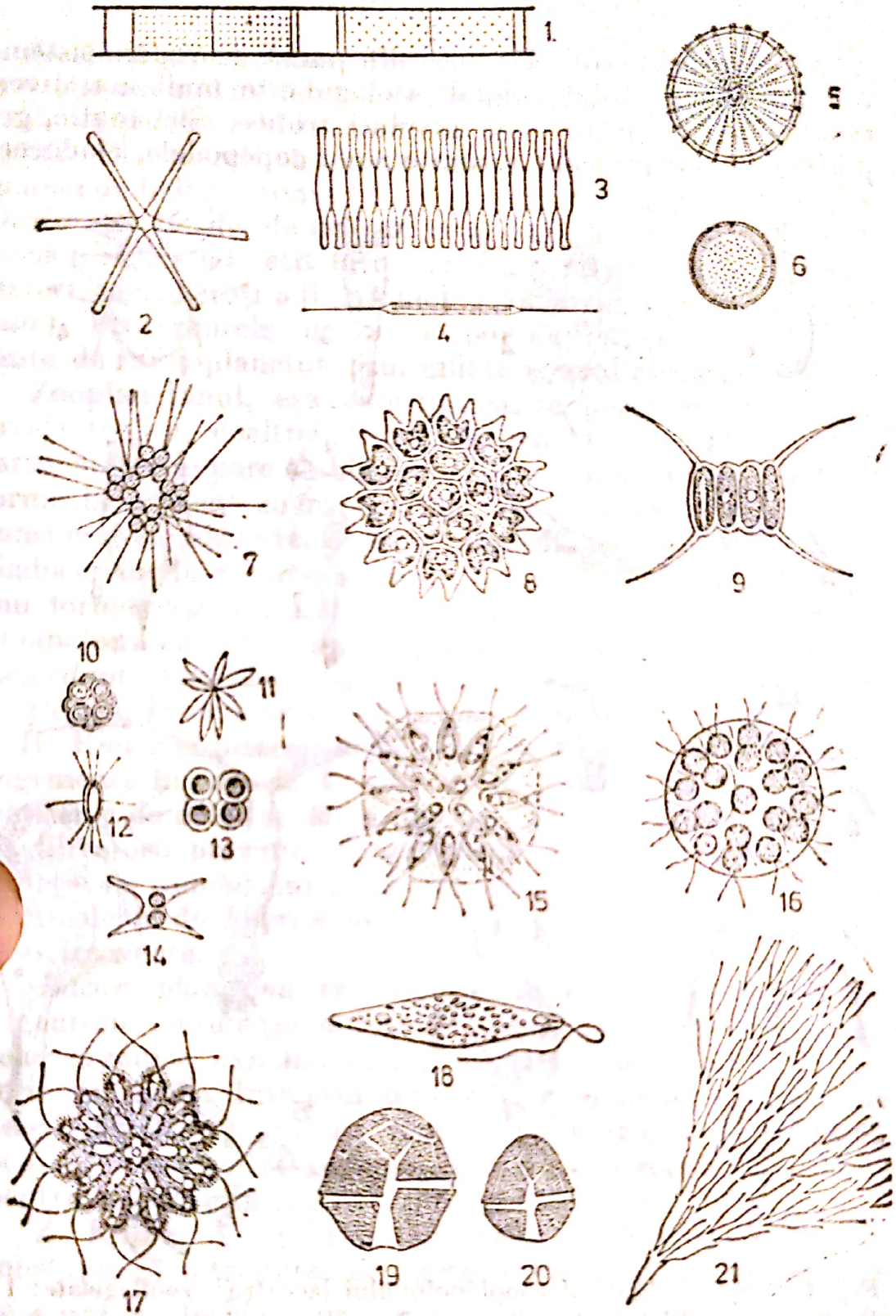


Fig. 46 Reprezentanţi ai fitoplanctonului lacustru; **diatomee:** 1 — *Melosira;* 2 — *Asterionella;* 3 — *Fragillaria;* 4 — *Rhizosolenia;* 5 — *Stephanodiscus;* 6 — *Cyclonella;* **protococale:** 7 — *Mieractinium;* 8 — *Pediastrum;* 9 — *Scenedesmus;* 10 — *Coelastrum;* 11 — *Actinastrum;* 12 — *Franceia;* 13 — *Sphaerocystis;* 14 — *Staurastrum;* **volvocale:** 15 — *Gonium;* 16 — *Eudorina;* **fitoflagelate:** 17 — *Synura;* 18 — *Euglena;* 19,20 — *Peridinium;* 21 — *Dinobrion.*

Scanned with OKEN Scanner

Zooplanctonul (fig. 47), deși din punct de vedere sistematic aparține regnului animal, ecologic este mult mai divers, cuprinzînd cel puțin două nivèluri trofice. Sistematic, grupurile cel mai frecvent întîlnite sînt: copepodele, cladocerii,

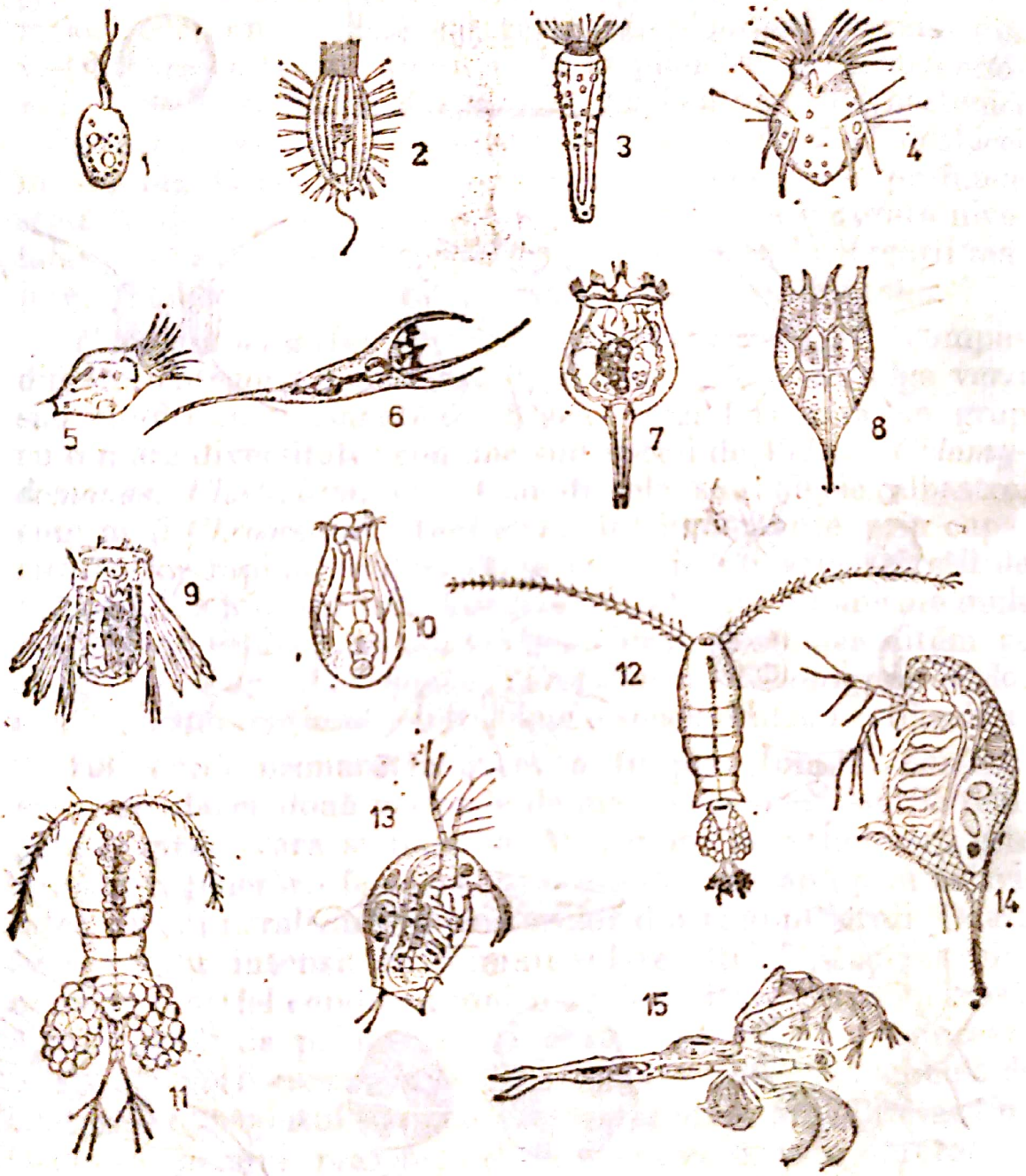


Fig. 47 Reprezentanți ai zooplanctonului lacustru; **zooflagelate:** 1 — *Crytomonas;* **ciliate:** 2 — *Coleps;* 3 — *Tintinnidium;* 4 — *Halteria;* 5 — *Strombylidium;* **rotifere:** 6 — *Notholca;* 7 — *Brachionus;* 8 — *Keratella;* 9 — *Polyarthra;* 10 — *Asplachna;* **copepode:** 11 — *Cyclops;* 12 — *Diaptomus;* **cladocere:** 13 — *Bosmina;* 14 — *Daphnia;* 15 — *Leptodora.*

Scanned with OKEN Scanner

rotiferele și protozoarele. Dintre copepode obișnuit se găsesc în probe exemplare adulte de ciclopide, calanoide și harpacticide ca și diferitele lor stadii de dezvoltare (nauplii și copepoditi). Cladocerele sînt cunoscute acvariștilor sub numele de „pureci de baltă", comune fiind speciile de *Daphnia*, *Bosmina*, *Chydorus*. Rotiferele sînt un grup numeros de viermi microscopici, incluzînd atît forme zoofage (*Asplachna*) cît și filtratori, considerați a fi „pașnici" (*Notholca*, *Philodina*, *Keratella*). Protozoarele alcătuiesc populațiile cele mai importante de microplancton prin ciliate și zooflagelatele mari.

Zooplanctonul, așa cum notam, se poate grupa în două nivele trofice, dealtfel destul de generalizate: filtratorii și carnivorele. Se pare că în cadrul filtratorilor sînt puse alături forme heterogene ca nivel trofic, așa cum sînt protozoarele, consumatori bacterieni, cît și majoritatea copepodelor sau cladocerelor în a căror hrană alături de particule de detritus sau forme vegetale intră și protozoare. Carnivorele din zooplancton, cu mult mai puțin reprezentanți (*Polyphemus*, *Leptodora*, *Aslachna*), își selectează activ hrana în raport cu filtratorii. Împotriva însă a acestei aparențe J.W. McMahon, F.H. Rigler și ulterior Z.M. Gliwicz, pe baza unor cercetări ingenioase în care ca hrană pentru zooplancton au introdus particule de detritus de dimensiuni cunoscute, au demonstrat că filtratorii prezintă un coeficient de selecție al hranei în funcție de dimensiuni și au construit curbele de preferare a particolelor de diferite dimensiuni, pentru speciile cele mai mai frecvente.

Bacterioplanctonul este alcătuit în cea mai mare parte din organisme cu funcționalitate de descompunători ai substanțelor organice, existînd însă și un grup mai restrîns de bacterii autotrofe. Interesul ecologilor este atras mai ales de descompunători care în multe ape eutrofizate alcătuiesc populații cu densități ridicate, fiind o bază trofică importantă pentru microfiltratorii de tipul protozoarelor.

Z. Kajak, A. Hilbricht-Ilkowska și E. Pieczynska au constatat că activitatea de degradare a substanțelor organice de către bacteriile heterotrife scade rapid de la suprafață spre adîncime. Astfel pentru lacul eutrof Mikolajskie, din R.P. Polonă, proporția distrucției de către bacterii a substanțelor organice din epilimneon este de peste 60 %, în timp ce în hipolimneon ca și în bentos ponderea distribuției este sub 20%.

Scanned with OKEN Scanner

Nectonul este alcătuit în cea mai mare parte din pești la care se adaugă în mică măsură crustacei mari, amfibieni și reptile acvatice.

După cum arată P. Bănărescu, peștii comuni apelor noastre stagnante de cîmpie sînt: crapul, carasul, plătica, batca, obletul, babușca, boarța, roșioara, bibanul, șalăul, știuca, țiparul. În fital, ca și în bălțile mici năpădite de vegetație trăiesc puține forme (carasul, țiparul, roșioara). Se constată că speciile care trăiesc în zona de larg a lacurilor, în apele de suprafață sînt buni înotători cu o conformație alungită a corpului (obletul) față de cei bentofili, slabi înotători, cu corp înalt și scurt (crapul, carasul).

Din punctul de vedere al hranei predominante se recunosc trei categorii de pești: fitofagii, carnivori și răpitori. Specializările trofice ale ihtiofaunei sînt însă datorate mai ales complexelor ecologice pe care le exploatează, ceea ce face ca hrana să fie mai puțin riguros delimitată după cele trei categorii citate. Astfel cei mai mulți pești clasificați fie ca predominant fitogafi fie carnivori se dovedesc a avea de fapt un regim trofic mixt. De exemplu obletul consumator ce preferă algele se constată a-și completa hrana prin coleoptere, larve de chironomide și fragmente de macrofite. Pe de altă parte distincția între carnivori și răpitori a fost făcută practic între două grupuri de pești zoofagi, dintre care numai ultimii sînt ihtiofagi, ca știuca, bibanul, deținînd astfel funcția de consumator de vîrf dacă se exclud intervențiile carnivorelor terestre sau amfibii.

Bentalul este, pe bună dreptate, considerat de ecologi a fi o comunitate de tip detritivor. În adevăr, substanța organică care asigură existența organismelor bentonice provine în cea mai mare parte din fital sau pelagial sub formă de detritus. În mică măsură există și o producție primară proprie asigurată prin alge, numeroase în zona eufotică, rare dar nu inexistente total în zona afotică.

Dintre grupurile frecvent întîlnite de organisme bentonice citățm: protozoarele, viermii nematozi și rotiferi, bivalvele unionide, gasteropodele, oligochetele tubificide și larvele de diptere chironomide și ceratopogonide. În linii mari, organismele citate sînt detritivore, deși la o analiză mai atentă apar și nuanțările necesare. Astfel unionidele (*Unio*, *Anodonta*) sînt microdetritofagi, filtrînd practic particulele fine de detritus din apă și contribuind la purificarea acesteia.

Scanned with OKEN Scanner

Rolul de descompunere a materiei organice îl joacă bacteriile bentonice. Consumatorii zoofagi se recrutează din rîndul populațiilor nectonice.

Dintre grupurile bentonice poate nici unul nu a suscitat un interes egal precum chironomidele specializate pentru acest mediu. Notam în paginile anterioare faptul că, încă la începutul secolului, pe la 1910, A. Thienemann a demonstrat posibilitatea de a clasifica trofic lacurile după chironomidele componente. Lacurile cu *Tanytarsus* se dovedesc a fi mai sărace trofic față de acelea cu *Chironomus*, care sînt eutrofe. Ulterior, A. Thienemann (1922) a identificat două subdiviziuni ale lacurilor eutrofe, respectiv a acelora cu *Chironomus* și anume: lacuri cu *Ch. bathophilus (anthracinus)* și lacuri cu *Ch. plumosus*, ultimele prezentînd un grad de eutrofizare mult mai accentuat. Cercetările care au urmat, datorate lui F. Lenz, J. Lundbeck și L. Brundin, au permis identificarea următoarei serii de tipologii a apelor stagnate pornind de la cele oligotrofe spre cele eutrofe după chironomidele componente și anume: *Orthocladius — Tanytarsus — Sergentia — Ch. bathophilus — Ch. plumosus*. S-a remarcat de asemeni că lacurile de tip *Tanytarsus* sau *Sergentia* corespund caracteristicilor mezotrofe. Lundbeck sublinia și un alt aspect, și anume că seria de tipologii după chironomidele componente sau secvențe ale acestei serii se pot întîlni în același lac în funcție de adîncime și respectiv de specificul trofic al zonei cît și de istoria populării acesteia.

CARACTERISTICILE TROFO-ENERGETICE ALE ECOSISTEMULUI LACUSTRU pot fi urmărite ținînd seama atît de circulația substanțelor și transferul energetic între diferitele subsisteme componente, cît și de ritmul și eficiența acestor procese concretizate prin realizarea producției biologice specifice și a bilanțului energetic biocenotic.

Într-o formă simplificată, în fig. 48 prezentăm subsistemele biotice fundamentale ale celor trei comunități constituiente pentru ecosistemul lacustru, cît și relațiile ce se stabilesc între acestea din punct de vedere funcțional trofic. Se poate constata că integrarea subsistemelor biotice se realizează mai ales prin consumatorii superiori, nectonici.

Componentele biocenozei sînt reprezentate printr-o variație a biocenozei care ține seama atît de disiparea energetică,

Scanned with OKEN Scanner

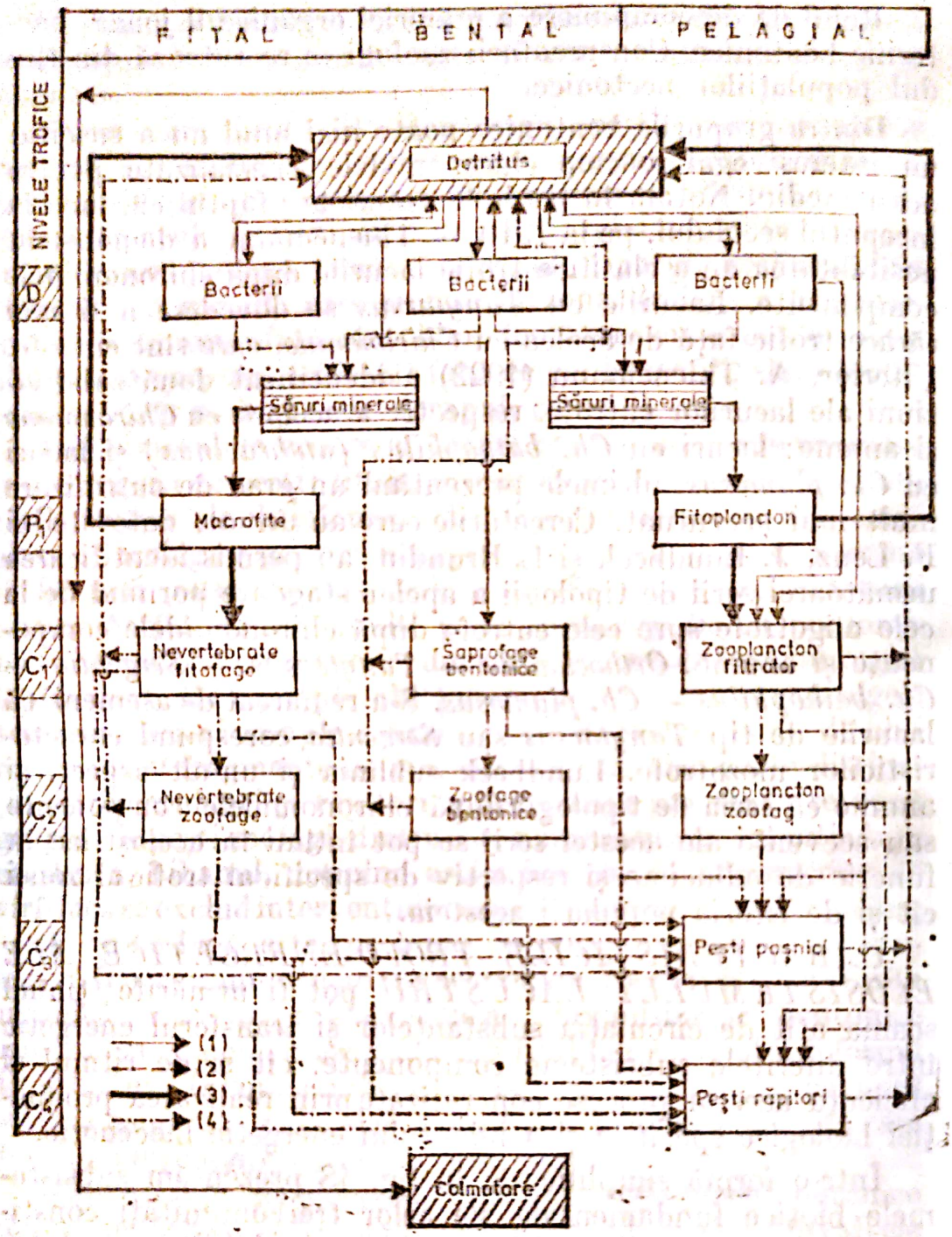


Fig. 48 Circulația materiei în ecosistemul lacustru (1) prin procese de producție microbiană (2), producție primară (3) și secundară (4).

cît și de legea fiziologică a relației inverse între mărimea organismelor și intensitatea proceselor sale metabolice. Cele două principii ale termodinamicii impun spre nivele trofice superioare o scădere a biomasei prin disipările sau pierderile ener-

getice. Această primă imagine a mărimii biomasei este însă corectată în felul următor de legea fiziologică citată. Corelativ intensității proceselor metabolice se disting deobicei longevități corespunzătoare: organismele cu intensități ridicate prezintă o durată scurtă a vieții. Astfel aceeași biomasă a organismelor mari și longevive este egală energetic într-un interval de timp cu suma biomaselor organismelor mici, cu durată scurtă de viață plus disipările conforme principiilor termodinamicii. În mod concret de exemplu biomasa de la un moment dat a algelor planctonice este mult mai mică pentru același volum de apă față de filtratorii zooplanctonici. Imaginea exactă a mărimii biomasei algale se află de fapt prin însumarea tuturor organismelor din acest grup care au trăit în intervalul echivalent unei generații pentru zooplancton. În aceste condiții de corecție se va observa că se respectă regula piramidei eltoniene care prevede că biomasa nivelelor trofice de bază este superioară celor succesive. Fără corecția citată piramida biomasei apare răsturnată.

Pentru a exemplifica cele citate, cît și intervenția altor factori, cum ar fi scăderile de intensitate metabolică datorate coborîrii temperaturii medii, prezentăm mai jos variația biomasei și producției nete pentru unele subsisteme biocenotice ale lacurilor europene la nord de 45° latitudine:

Subsistemul biocenotic	Caracteristic	Latitudinea lacului (° lat.N.)	
		45—60	60 — cerc polar
1. Bacterioplancton (*D*)	*B*	2,7—13,4	0,7—2
	P	170 —730	28 —180
	P/B	38 —70	30 —95
2. Fitoplancton (P_1)	*B*	18 —46,1	0,4—9,7
	P	480 —1210	36 —1000
	P/B	22 —67	85 —112
3. Zooplancton filtrator (C_1)	*B*	1,6—7,6	0,9—5,1
	P	78 —200	11 —110
	P/B	12 —26	12 —22
4. Bentos detritofog	*B*	0,7—47,9	1,5—4,6
	P	3,3—170,4	1,8—19,4
	P/B	0,6—4,8	1,2—4,3

Scanned with OKEN Scanner

Biomasa (B) este reprezentată în kcal/m^2, iar producția netă (P) în kcal/m^2 an.

Corelațiile ecologice între diferiți factori citați și mărimea biomasei populațiilor se observă că au numai un caracter orientativ prin intervenția unei game întregi de interacțiuni. Astfel de exemplu, deși cu un corp celular mai mic ca dimensiuni și o durată mai scurtă de viață, biomasa bacterioplanctonului nu întotdeauna este mai redusă decît a fitoplanctonului. În unele cazuri ea este egală sau mai mare din cauza bogăției de substanțe organice din mediul acvatic. Pe de altă parte proliferarea bacteriană se soldează cu acumularea unor substanțe inhibitorii de diferite tipuri (toxine, substanțe active, captatori de ioni) care implică, direct sau indirect, reducția biomasei algale. Sînt antrenate și scăderi ale biomasei nivelelor superioare, depinzînd de sensibilitatea organismelor respective la acțiunile ce le solicită. Totodată filtratorii zooplanctonici pot să nu fie corelați perfect energetic ca biomasă cu fitoplanctonul din cauza unei bogății nutritive furnizate primilor de către detritusul ce formează triptonul. În sfîrșit, între factorii esențiali modificatori ai relației biomasă populație — mărime individuală se înscrie și capacitatea specifică de stocare energetică a diferitelor organisme. Întrucît creșterea individului sau a unității individuale, celula, este limitată, cantitatea de energie biochimică înmagazinată depinde de ponderea substanțelor macroenergetice. Cercetările recente au demonstrat astfel că se obțin valori energetice diferite prin arderea unui gram de biomasă uscată din care s-a exclus cenușa (respectiv substanțele minerale) pentru organisme diferite. De exemplu, pentru algele verzi se obțin 4,8 calorii, pentru cianoficee 4,9 calorii, pentru diatomee 5,3 calorii pentru capepode 5,4—6,3 calorii, pentru moluște 4,7—6,7 cal etc.

Regimul termic influențează la rîndul său atît stocarea energetică din biomasă, cît și rata acestei stocări, reprezentată prin producția netă. Se observă din tabel că în zonele nordice, cu temperaturi medii mai coborîte, valorile biomasei și producției nete sînt corespunzător mai mici. Acest fapt este o expresie a cunoscutei legi van' t Hoff care în ecologia acvatică se reprezintă prin corecția termică Krough ce afectează atît producția cît și distrucția de biomasă.

Scanned with OKEN Scanner

Raportul P/B, reprezentînd un indice ecologic sintetic, cu valoare orientativă, exprimă rata de schimbare a biomasei, („turnover rate") unei populații, în intervalul considerat, dacă biomasa se păstrează constantă. Factorii citați, modificatori ai valorilor implicate în raport, îl afectează la rîndul lor.

În analiza bilanțului energetic al unui lac, pe lîngă biomasă și producția netă a fiecărui subsistem biocenotic se ține seama și de alte mărimi, dintre care mai important este consumul energetic pentru cerințe metabolice înregistrat sub forma respirației (R). E. Odum și independent G.G. Winberg au recomandat utilizarea raportului $P_1/\Sigma R$ pentru caracterizarea globală a bilanțului energetic lacustru. În adevăr producția primară (P_1) reprezintă sursa energetică directă sau indirectă pentru toate nivelele trofice, disipată prin suma respirațiilor (ΣR) tuturor populațiilor. Un raport $P_1/\Sigma R$ supraunitar semnifică un bilanț energetic pozitiv caracteristic lacurilor cu *regim autotrof*, capabile a permite subzistența biocenozei printr-o producție primară proprie. Lacurilor *heterotrofe* li se impune dependența trofică față de ecosistemele limitrofe caracterizate prin import de materie organică și energie. Lacurile eutrofe sînt un exemplu tipic de regim autotrof, în timp ce lacurile distrofe exemplifică regimul heterotrof.

Pentru o imagine de ansamblu asupra transferului energetic prin ecosistemul lacustru a se vedea fig. 30. Dacă se ia în considerație suma biomaselor tuturor componentelor unui nivel trofic se observă respectarea ideii eltoniene de distribuție a lor sub forma unei piramide. Această reprezentare o datorăm faptului că biomasele se exprimă în cal/m^2 pentru un interval de timp egal pentru toate populațiile.

În ultimul deceniu, pentru a sé estima mai bine diferitele aspecte trofo-energetice ale populațiilor din ecosistemul lacustru s-a recurs la tehnici folosite recent în biologia celulară. Holm-Hansen a încercat cu succes măsurarea biomasei bacteriene pe bază de ADN sau ATP (adenozin trifosfat). Meandow și Barrows constată că, în cursul vieții, la rotifere se produce o scădere accentuată a cantității de ARN raportată la aceeași unitate de biomasă. Capacitatea respiratorie s-a încercat de către Packard și colaboratorii săi a se estima prin dehidrogenaze și sistemul transportor de electroni al flavoproteinelor și citocromilor.

COMUNITĂȚILE LOTICE sînt selecționate dinspre izvor spre vărsare de modificarea a trei factori fundamentali pentru mediul lor de viață: panta, aerarea și transparența apei.

Scăderea progresivă a pantei reduce treptat viteza de curgere a apei, permițînd existența și a unor organisme fără adaptări speciale pentru a înfrunta curenții. Micșorarea vitezei de curgere ca și creșterea temperaturii medii din amonte în aval implică o scădere a cantității de aer solvit în apă. Însfîrșit cursul mai lent spre vărsare cît și schimbarea substratului de la cristalin spre sedimentar conduce la creșterea turbidității și scăderea transparenței apei.

Din punct de vedere biotic apelor curgătoare le este caracteristică trecerea treptată dinspre izvor spre vărsare, de la o dependență față de ecosistemele terestre limitrofe prin producția primară ce o importă spre cîștigarea specificului autotrof, de asigurare prin producție primară autohtonă a unor valori $P_1/\Sigma R$ unitare și supraunitare. Această imagine se asociază bine caracterului de eutrofizare în aceeași direcție.

Comunitățile sînt grupate în cele trei zone succesive, caracteristice unei ape curgătoare: *krenon* (izvor), *rhythron* (rîu) și *potomon* (rîu mare sau fluviu). Această clasificare o datorăm lui J. Illies (1961), utilizînd în caracterizarea zonelor atît contribuția clasică a lui W. Voigt (1892) privind distribuția altitudinală a planariilor, cît și schema lui M. Huet (1946) de zonare piscicolă în funcție de pantă.

Prezentăm în tabelul de la pag. 243 clasificarea zonală a lui J. Illies pentru apele curgătoare. Se observă că zonele și subzonele sînt caracterizate prin trei elemente fundamentale, identificabile pe teren: lățimea apei, panta sa și consumatorul dominant nectonic.

Pentru rîurile românești se poate semnala existența a trei categorii majore:

a) cursuri de apă cu izvoare în zona montană și care se varsă direct sau indirect în Dunăre, parcurgînd toate formele de relief pînă în cîmpie. Este posibilă astfel succesiunea ambelor zone: a salmonidelor și ciprinidelor (de exemplu: Bistrița, Jiul, Mureșul);

b) cursurile de apă cu izvoare în podiș sau cîmpie la care nu există zona salmonidelor iar speciile dominante pentru zona ciprinidelor nu sînt tipice (de exemplu: Călmățuiul, Vedea, Bîrladul);

Scanned with OKEN Scanner

TABEL:

Clasificarea zonală a unei ape curgătoare după J. Illies

Zona	Subzona	Lăţimea (m)	Panta (m‰)	Zonarea ecologică a peştilor în România*)	
1. Krenon	1.1. Eukrenon—izvorul propriu zis	—		—	—
	1.2. Hypokrenon — pîrîul izvorului	—	11,00	—	—
2. Rhythron	2.1. Epirhythron — pîrîu	1	8,00	—	(fîntînelul)
	2.2. Metarhythron — pîrîu mare	1—5	4,50	Salmonide	1. păstrăvul
	2.3. Hyporhythron—rîu de munte	5—25	0,85		2. lipanul şi moioaga
3. Potamon	3.1. Epipotamon — rîu de deal	25—100		Ciprinide	3. scobarul
	3.2. Metapotamon — rîu mare sau fluviu (cîmpie)	> 100	0,65		4. mreana 5. crapul
	3.3. Hypopotamon — estuar, deltă		0,51		5. crapul

NOTA: Specii însoţitoare ale păstrăvului *(Salmo trutta fario)* sînt: boişteanu *(Phoxinus phoxinus)*, grindelul *(Noemacheilus barbatulus)*, zglăvocul *(Cottus* — două specii); ale lipanului *(Thymallus thymallus)* şi moioagei *(Barbus meridionalis)* sînt: lostriţa *(Hucho hucho)*, cleanul dungat *(Leuciscus souffia)*. În rîurile mici, de cîmpie, în locul scobarului *(Chondrostoma nasus)* se întîlneşte numai cleanul *(Leuciscus cephalus)*, iar în locul mrenii *(Barbus barbus)* şi a crapului *(Cyprinus carpio)* se întîlneşte bibanul *(Perca fluviatilis)*

* Întocmită după P. Bănărescu (1964).

Scanned with OKEN Scanner

c) cursurile de apă care parcurg de două ori un masiv muntos și la care zona superioară a ciprinidelor se repetă (de exemplu Oltul).

Izvorul este constituit din două subzone: izvorul propriu-zis sau porțiunea emergentă a apelor freatice, numit *eukrenon* și porțiunea de scurgere a acestora, *hipokrenon*, reprezentată fie prin una sau mai multe șuvițe, fie printr-o pînză de apă.

P. Steimann (1915) a propus o clasificare a izvoarelor după morfologia lor, stratele pe care le intersectează ca și componența lor, sistem păstrat pînă astăzi. Se identifică astfel trei tipuri: *limnocren*, *rheocren* și *helocren*.

Izvorul *limnocrem* este însoțit de o chiuvetă de colectare a apei, fiind caracterizat de un debit ridicat care permite umplerea acesteia și emiterea unui emergent. În cazul scăderii temporare a debitului se exclude pîrîul emergent.

Limnocrenul este de cele mai multe ori populat de o vegetație bogată, prezentînd în majoritatea cazurilor un substrat mîlos și numai uneori nisipos.

Tipul *rheocren* aparține unui izvor de pantă, cu o înclinație oarecare pînă la producerea căderii de apă. Substratul este grosier (nisip, pietriș), lipsind sau nefiind caracteristic mîlul din cauza levigării sale.

Tipul *helocren* este izvorul de mlaștină. Prezintă un debit mic sub forma dispersată a unor pînze de apă ce îmbibă o pătură mai subțire sau mai groasă de substrat. Se manifestă mai ales în zone cu strate orizontale, cu pînza freatică ridicată și cu o ușoară depresiune epigee care permite stagnarea apei. Este populat de o vegetație de mlaștină.

Comunitatea krenonului este foarte diferită ca proveniență, mai ales în privința consumatorilor.

Producătorii primari, aparținînd propriu-zis mediului acvatic, sînt de două feluri: vegetația de mușchi și hepatice, căreia i se adaugă bioderma algală. Pentru izvoarele cu bazin larg de tip helocren este prezentă o vegetație de mlaștină formată din plante superioare. Producția primară se mai asigură uneori alohton prin import de frunze și detritus vegetal.

Consumatorii sînt alcătuiți din cinci grupe de proveniență diferită:

Scanned with OKEN Scanner

a) *fauna freatică* ieșită la zi odată cu apa izvorului, cuprinzînd: planariide *(Polycladides voinovi)*, dendrocelide, copepode, izopode *(Coxasellus)*, amfipode *(Niphargus)*;

b) *fauna reofilă* specifică rîurilor, care a urcat spre izvoare concurînd celelalte tipuri. Așa sînt: planarii *(Crenobia alpina, Dugesia gonocephala)* sau larve de trichoptere *(Rhyacophila)*, uneori și *Gammarus*;

c) *fauna lentofilă*, specifică apelor stagnante cum sînt coleopterele acvatice (diferite stadii), larvele de chironomide etc.

d) *fauna higrofilă*, de origină terestră, de sol sau frunzar ca de exemplu: oligochete, acarieni, colembole, coleoptere stafilinide etc;

e) *fauna crenobiontă*, proprie izvorului ca genul *Radix* dintre gasteropode sau hidracarieni, larve de diptere, trihoptere și plecoptere specifice.

Biocenoza izvorului este astfel simplu structurată; un nivel al producătorilor primari, uneori cu reprezentare săracă și două nivele de consumatori. Între consumatorii primari se menționează multe forme cu regim detritivor. Cu excepția unor forme amfibii și terestre, vertebratele sînt excluse dintre consumatori.

Rîul este mult mai variat decît izvorul prin diversitatea biotopilor săi și a zonelor altitudinale de meandrare. Aceasta se reflectă în diferențierea comunităților animale identificîndu-se patru categorii fundamentale pentru rîurile de munte.

a) Biotopul de mîl este specific porțiunilor marginale și coturilor interioare ale rîurilor unde viteza curentului scade și se elimină posibilitatea de levigare instalîndu-se un regim cvasi lentic. Comunitatea animală cuprinde forme ca: *Gordius*, anelidul *Eiseniella*, *Gammarus*, ostracode specifice, larve de chironomide etc. Adeseori biotopul se nuanțează fie prin prezența părții radiculare a unor plante acvatice, fie prin depunere la suprafața sa a frunzelor căzute din arborii din vecinătate.

Frunzele căzute în apă reprezintă o resursă trofică importantă pentru detritivore. N.K. Kaushik și H. B. Hynes (1971) au demonstrat că detritivorii preferă în primul rînd

frunze recent căzute în apă întrucît imersiunea se soldează cu pierdere de substanță organică. Maximum de carbon organic se distribuie în soluție, așa cum arată Wetzel și Manry (1972) pe frunzele de ulm, după două zile de la imersie, ceea ce face ca în a treia zi să se obțină un maxim al populațiilor bacteriene care degradează substratul nutritiv ulterior.

b) Biotopul constituit de vegetația acvatică este populat, la fel ca și cel anterior, în cea mai mare parte de organisme lentice ca larvele de *Cloeon* (efemere), de chironomide sfredelitoare, de *Dixa*, de *Limnophilus* (trihoptere).

c) Biotopul litofil reprezentat de partea inferioară a pietrelor este situat în mediul lotic, viteza curentului fiind însă atenuată. Organismele prezintă diferite adaptări așa cum este de exemplu turtirea dorso-ventrală a corpului (larvele de *Ecdyonurus* dintre efemere sau de *Perla*, *Isoperla* dintre plecoptere), sau adeziune prin aplatizare și secreție de mucus *(Crenobia alpina*, *Dugesia gonocephala)*. Larvele de trihoptere își construiesc căsuțe aderente la substrat *(Potamophylax*, *Hydropsyche)*.

d) Biotopul litofil al feței superioare a pietrelor din apă diferă de cel anterior prin expunerea sa directă la levigarea de către curenți. Puține organisme se fixează aici așa cum ar fi larvele de diptere simuliide, fixate prin ventuză, gasteropodul *Ancylus*, aderent prin mucus sau, ca larvele de diptere blefaroceride, prevăzute cu un șir de ventuze ventrale.

Prin forța curenților este preluată din biotopurile citate o anumită proporție a indivizilor, fiind purtați în aval. În ultimul deceniu a căpătat o dezvoltare deosebită metoda de colectare în drift (curent) a nevertebratelor. J.M. Elliott prezintă atît variantele metodei și modalitățile de interpretare a rezultatelor pentru estimarea populațiilor reofile (1970), cît și modelul distribuției nevertebratelor în curent în funcție de distanță de la locul de fixare (1971). El constată că indivizii de *Gammarus*, larvele de *Ecdyonurus*, *Baëtis* și *Hydropsyche* prezintă o modalitate și o orientare în spațiu care le permite să evite curenții. Distribuția lor după desprindere se realizează după modelul curbei exponențiale, posibilitățile de ancorare scăzînd foarte repede.

Cei mai mulți consumatori din biocenozele rîului își obțin hrana tocmai prin pescuit în drift. Cu mult înainte de a

Scanned with OKEN Scanner

se realiza metodele subtile de analiză a repartiției faunei în drift, C. Motaș și V. Anghelescu (1944) au demonstrat acest fapt prin analiza conținutului stomacal al unor exemplare de păstrăv și lipan, arătînd că acești consumatori de vîrf folosesc în mare măsură ca hrană și elemente faunistice din ecosistemele terestre limitrofe:

Specia	% Exemplare		Total indivizi examinați
	autogene	alogene	
Salmo trutta (fario)	44,76	55,24	688
Thymallus thymallus	69,40	30,80	1085

Se constată, în mod interesant, că și în cazul consumatorilor de vîrf, proporția dependenței prin hrană de ecosistemele limitrofe rîului scade în aval. Lipanul găsește de exploatat resurse trofice mai bogate în biocenoza sa, mai bine individualizată decît a păstrăvului.

Sinteza efectuată de T.T. Macan (1974) asupra ecologiei apelor curgătoare relevă numărul scăzut de lucrări de factură trofoenergetică cunoscută pentru rîuri. Acest fapt este datorat în mare măsură specificului comunităților lotice în care producătorii primari nu sînt asociați decît în mică măsură consumatorilor iar aceștia din urmă prezintă populații diseminate în funcție de posibilitățile indivizilor de prindere. În acest context studiile s-au orientat în cea mai mare parte pentru abordarea populațiilor și mai puțin a sistemelor ecologice complexe. Se constată totodată că distribuția grupată a indivizilor este dominantă, fiind legată atît de localizarea substratului nutritiv, cît și a unui biotop convenabil pentru menținere în curent. Din punct de vedere energetic Edigton și Hildren (1975) constată că în timpul perioadelor calde pentru unele larve de trihoptere (*Hydropsyche*) se înregistrează un raport P/R supraunitar, ceea ce implică posibilități de economie energetică, cheltuită ulterior în perioade reci.

Rîurile mari de cîmpie și fluviile prezintă multe aspecte care le situează într-o poziție intermediară între rîurile mici, montane și lacuri. Aceasta ne face să nu le prezentăm pen-

Scanned with OKEN Scanner

tru a nu încărca excesiv capitolul de limnologie. Înainte însă de a-l încheia se impune să notăm frumoasa tradiție a cercetărilor românești în acest domeniu. Menționăm astfel monografia riului Bistrița, realizată de către prof. C. Motaș și ing. V. Anghelescu (1944) cît și monografiile privind sectorul românesc al Dunării (1967) și al Porților de Fier (1970) realizate de Comisia de hidrologie a Academiei R.S.R. și colectivul de hidrologi de la Institutul de cercetări biologice din București. Notăm, de asemeni, contribuțiile datorate cercetătorilor de la stațiunea „Pingărați" în studierea lacului Bicaz.

Scanned with OKEN Scanner

ECOLOGIA SOLULUI

Ecopedologia sau *ecologia solului* este fundamentală pentru orice tip de ecosistem terestru. În sensul celor afirmate de către E. Odum, solul reprezintă stratul heterotrof al oricărui ecosistem terestru epigen, indiferent de gradul său de stratificare. Pedosistemul nu poate fi tratat ca un ecosistem independent prin relația strînsă între acesta și partea sa supraterană în care se localizează producția primară ce permite existența comunității solului. Pedosistemul influențează procesul fotosintezei fie în mod direct, prin complexul de factori percepuți de plante la nivel radicular, dar și indirect prin condițiile de micromediu ce acționează asupra părții supraterane a producătorilor primari. Biomasa vegetală și substanțele rezultate din producția primară supraterană sînt integrate în pedosistem similar, pe cele două căi posibile: direct prin rizosferă și indirect prin depozitarea superficială de material vegetal. Calea indirectă implică însă procese suplimentare de disociere a materialului vegetal, de transformare chimică și de transport pasiv sau activ pe verticală a rezultantelor.

De obicei se semnalează drept caz tipic al depozitării producției primare supraterane formațiunea cunoscută sub numele de litieră, produsă prin acumularea pe suprafața solului a frunzelor fanerofitelor (plantelor lemnoase). La rîndul său litiera prezintă în mare măsură aspecte comune din punct de vedere ecologic cu solul fiind analizată în directă legătură cu acesta.

MEDIUL EDAFIC. Profesorul C. Chiriță (1974) consideră că, în analiza solului, se pot desprinde cinci grupe de

Scanned with OKEN Scanner

factori pedoecologici și anume: consistența, apa accesibilă, substanțele nutritive, aerul și specificul chimic global (alcalinitate, aciditate). Acești factori sînt datorați interacțiunii multiple a opt componente pe care le numește determinanți: textura, structura și porozitatea, însușirile hidrofizice (ca evapotranspirația), mineralele primare și secundare, materia organică proaspătă, humusul, complexele organo-minerale cu însușiri de adsorbție și schimb, organismele și activitatea lor enzimatică. Ne vom opri asupra cîtorva aspecte.

Substanțele organice joacă, fără îndoială, un rol extrem de important pentru comunitatea solului ținînd seama de caracterul heterotrof al acesteia. Direct sau indirect ele ajung din stratul autotrof în sol.

Materialul vegetal care se acumulează la suprafața solului este format din următoarele grupe de substanțe organice: celuloză (20—50%), hemiceluloză (10—28%), lignine (10—30%), glucide (1—18%), proteine (1—15%), taninuri, substanțe colorante, ceruri, grăsimi și alte substanțe (1—15%).

După depozitarea, substanțelor organice suferă două procese, prin acțiunea factorilor fizico-chimici precum și activitatea organismelor: de mineralizare, prin degradarea energetică și chimică rapidă ca și de humificare, printr-o degradare lentă cu sinteze intermediare.

Cei mai mulți cercetători consideră că rolul organismelor este fundamental în formarea substanțelor humice. F. Scheffer și B. Ulrich (1960) disting patru căi mai importante: a) formarea intracelulară; b) autoliza compușilor chinoizi de către microorganisme; c) oxidarea compușilor aromatici prin ectoenzime microbiene; d) sinteza substanțelor humice de către microorganisme pornind de la produșii de autoliză. W. Flaig (1973) a reușit să elaboreze o schemă generală a formării substanțelor humice pe care o prezentăm în fig. 49.

În funcție de gradul de disociere a materiei vegetale inițiale ca și de participarea organismelor în procesul de humificare se disting două tipuri mai importante de humus: moderul și mullul. Se mai adaugă și humusul brut, numire dată stratului de detritus vegetal al litierei.

Scanned with OKEN Scanner

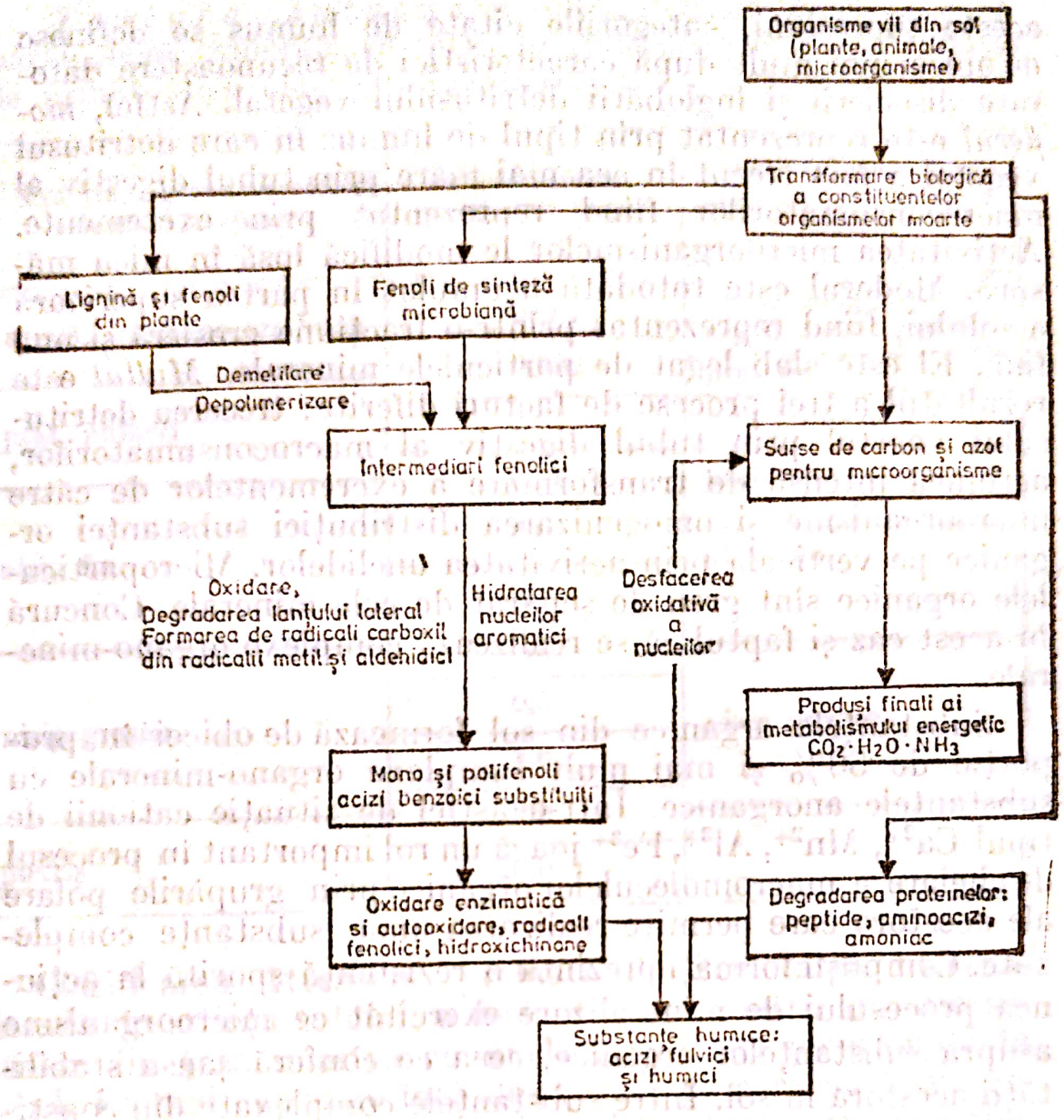


Fig. 49 Schema lui Flaig a sintezei humusului din substanțe componente ale organismelor.

Activitatea biologică de humificare se realizează prin două sisteme ce funcționează în paralel: macrocomumatorii, respectiv detritivoarele și microconsumatorii din sol. Primii, prin mărunțirea detritusului vegetal și transferul prin tubul digestiv oferă substratul de acțiune celorlalți care intervin cu enzime specializate de acțiune asupra unor substanțe rezistente de tipul celor celulozice. Ținînd seama de

Scanned with OKEN Scanner

aceste succesiuni, categoriile citate de humus se definesc de obicei mai mult după caracteristici de recunoaștere datorate disocierii și înglobării detritusului vegetal. Astfel, *moderul* este reprezentat prin tipul de humus în care detritusul vegetal a fost trecut în cea mai mare prin tubul digestiv al macroconsumatorilor fiind reprezentat prin excremente. Activitatea microorganismelor le modifică însă în mică măsură. Moderul este totodată acumulat în partea superioară a solului, fiind reprezentat printr-o fracțiune grosieră și una fină. El este slab legat de particulele minerale. *Mullul* este rezultatul a trei procese de facturi diferite: trecerea detritusului vegetal prin tubul digestiv al macroconsumatorilor, acțiunea intensă de transformare a excrementelor de către microorganisme și omogenizarea distribuției substanței organice pe verticală prin activitatea anelidelor. Microparticulele organice sînt greu de separat de cele minerale. Concură în acest caz și faptul că se realizează complexe organo-minerale.

Substanțele organice din sol formează de obicei în proporție de 50% și mai mult complexe organo-minerale cu substanțele anorganice. Într-o astfel de situație cationii de tipul Ca^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+} joacă un rol important în procesul de chelare a macromoleculelor organice prin grupările polare ale acestora care permite realizarea unor substanțe complexate. Compușii formați prezintă o rezistență sporită la acțiunea procesului de mineralizare exercitat de microorganisme asupra substanțelor organice, ceea ce conferă șansa stabilității acestora în sol. Între substanțele complexate din constituția solului se citează: complexe argilo-humice, argilo-ferihumice, humico-aluminice, humico-alofanice etc.

Substanțele organice prezintă o importanță deosebită din punct de vedere fizico-chimic și biologic. Ele conferă modificări în termica solului în sens pozitiv acumulativ, contribuie la creșterea consistenței acestuia cu efecte favorabile în formarea structurii și porozității, sporesc capacitatea de reținere a apei, accesibilă în cea mai mare măsură plantelor și oferă o rezervă nutritivă complexă descompunătorilor prin substanțele organice și plantelor prin ionii biogeni, eliberați în procesul de mineralizare.

Scanned with OKEN Scanner

Textura solului se identifică pe baza mărimii particulelor minerale ce intră în componența sa, în funcție de următoarele clase granulometrice:

Fracțiuni granulometrice — scara Atterberg —	Dimensiunea particulei (mm)	Fracțiuni granulometrice folosite în țara noastră
argilă, fracțiune argiloasă	0,001	argilă coloidală argilă necoloidală
	0,002	praf fin
praf, pulberi	0,01	praf mijlociu
	0,02	praf mare
nisip fin	0,05	nisip fin
	0,1	
	0,2	
nisip grosier	0,5	nisip grosier
	1,0	
	2,0	
pietriș	20,0	

Clasificarea Atterberg, preluată de Societatea Internațională de știința solului, a fost utilizată pentru situația solurilor din țara noastră cu unele modificări menționate în tabel. Ea mai cuprinde încă două clase pe care nu le-am citat (pietre: 20—200 mm) și bolovani (peste 200 mm), datorită frecvenței lor reduse în componența solurilor. Dealtfel fracțiunile de peste 2 mm, numite și *scheletul solului*, sînt mai puțin caracteristice solurilor bine formate, bogate în humus de tip mull.

În profunzime straturile solului prezintă variații mai mici sau mai mari în privința claselor granulometrice. Ținînd seama de importanța și prezența fracțiunilor fine în componența solului, atenția pedologilor este îndreptată în mare măsură în direcția variației pe verticală a argilelor. S-a introdus astfel *indicele de diferențiere texturală* (Idt) reprezentînd raportul dintre proporția argilelor în *stratul B* față de *stratul A*.

Scanned with OKEN Scanner

Solurile cu repartiție uniformă a argilei prezintă $Idt \leqslant 1$, în timp ce acumularea ei în adîncime exprimă o diferențiere texturală concretizată prin valori $Idt > 1$. Dealtfel este cunoscut faptul că predominanța fracțiunii fine, argiloase imprimă solului o serie de caracteristici legate de circulația grea a apei în timp ce ponderea crescută a fracțiunii nisipoase conferă un specific opus. Dar nu numai apa accesibilă ci și consistența, porozitatea, aerarea, etc. sînt influențate în mod specific.

Cele două categorii de substanțe fundamentale ale solului, organice și minerale, prin contribuția complexă a factorilor pedogenetici concură în formarea *structurii solului*. Se realizează o gamă întreagă de microstructuri de la lipsa unei structuri pînă la existența unor particule rezistente la dizlocare. Rememorăm cu această ocazie rolul substanțelor organice în structurarea solului. Prof. C. Chiriță a introdus o serie de concepte și metode de abordare a problemei microstructurilor pedologice (1955, 1972).

Porozitatea solului este evident dependentă de microstructura solului. Se citează două categorii majore de pori: *capilari* (diametrul de 0,01—0,05 mm) și *necapilari*. În funcție de ponderea fracțiunilor fine granulometric se înțelege că sporește numărul porilor, iar calitativ ponderea celor capilari. Solurile argiloase, de exemplu, se arată a avea o porozitate medie de $48 \pm 8\%$, în timp ce cele nisipoase de numai $42 \pm 7\%$. Mai pregnantă însă este diferențierea calitativă: solurile argiloase prezintă în majoritate pori capilari ($30 \pm 10\%$) și puțin necapilari ($8 \pm 5\%$), în timp ce la cele nisipoase porii capilari sînt puțini ($5 \pm 3\%$), iar cei necapilari predominanți ($30 \pm 10\%$). Proporția crescută a porilor capilari implică reducerea circulației apei și aerului în sol.

Caracteristica granulometrică și ca porozitate se reflectă și în *densitatea aparentă a solului* sau densitatea sa în situ. Se menționează faptul că solurile argiloase prezintă o densitate aparentă de 1,20 g/cm^3, cele lutoase de 1,45 g/cm^3, iar cele nisipoase de 1,60 g/cm^3. Acest aspect este interesant pentru cercetările ecologice exprimînd inechivalența probelor colectate după criteriul aceleiași greutăți. Eliminînd apa și aerul se poate determina *densitatea reală a solului*. Componentele sale prezintă densități diferite variind de la 3,8—

Scanned with OKEN Scanner

5,2 g/cm^3 pentru oxizii și hidroxizii ferici pînă la 1,23—1,51 g/cm^3 pentru humus.

Apa din sol joacă un rol extrem de important pentru toate aspectele de ecologie edafică. Acest fapt este ușor de înțeles prin faptul că pentru ecosistemele terestre apa este un factor limitativ biotic. Totodată caracteristicile mediului sînt nuanțate sau modificate prin intervenția factorului hidric, exercitîndu-se deci și o acțiune indirectă a sa asupra populațiilor.

În funcție de capacitatea de utilizare de către plante a apei din sol s-au deosebit mai multe categorii. Astfel Duchaufour (1970) distinge următoarele patru tipuri:

— apa hidroscopică, respectiv pelicula adsorbită la suprafața microparticulelor cu o presiune care o face inaccesibilă plantelor;

— apa capilară neabsorbabilă, prezentă în capilare cu lumen redus și reținută puternic, neaccesibilă plantelor;

— apa capilară absorbabilă, fundamentală în alimentarea plantelor;

— apa gravitațională, cu caracter temporar ca prezență în sol, în urma precipitațiilor.

Particulele solului, respectiv complexele organo-minerale ca și cele organice și minerale separat, prezintă caracteristica de a fi hidrofile. Acest fapt se datorește proceselor de alterare a particulelor care eliberează la suprafața lor cationi metalici. Pe această cale suprafața particulei este electronegativă prin anionii rămași în structură în timp ce spațiul limitrof este electropozitiv din cauza cationilor eliberați. Anionii de hidroxil (OH^-) și cationii de hidrogen (H^+) din moleculele disociate de apă se orientează spre molecula încărcată electrostatic complementar. Astfel la suprafața particulei se polarizează cationii metalici eliberați prin alterarea din structură cît și cei din hidrogen, datorită prezenței de anioni. Se formează un strat puternic legat de cationi și dipoli de apă orientați cu polul electropozitiv spre suprafața particulei. Această polarizare electrostatică a ionilor de la suprafață determină din aproape în aproape alte polarizări și forțe de atracție de același gen. Se creează pe această cale o anvelopă de dipoli ai apei a cărei grosime depinde de valența cationilor de la suprafață particulei de sol. În linii generale cationii absolut monovalenți (Li^+, Na^+, K^+) vor atrage pe uni-

tatea de suprafață de două ori mai mulți dipoli ai apei decît cei bivalenți (Mg^{2+}, Ca^{2+}) și de trei ori mai mulți decît cei trivalenți (Al^{3+}, Fe^{3+}).

Această apă, adsorbită la suprafața particulei de sol, prezintă caracteristici deosebite din cauza forței de reținere. Pelicula de circa $5 \cdot 10^{-6}$ mm de la suprafața particulei este supusă unei presiuni foarte ridicate (se pare 10^4 bari), ceea ce îi conferă caracteristici similare unui corp solid. Densitatea apei scade din aproape în aproape odată cu scăderea forței de atracție, încît la circa $25 - 50 \cdot 10^{-5}$ mm distanță de la suprafața particulei, dipolii apei scapă de această acțiune și se pot mișca liber.

În cercetările pedoecologice apa adsorbită creează mari dificultăți în estimarea numerică a unor populații de indivizi microscopici, cum sînt cei bacterieni prin reținerea acestora pe particule de sol. Ținînd seama de suprafața mare a tuturor particulelor edafice dintr-un volum redus, eroarea de apreciere prin metoda „numărării directe" *(direct count)* a unor astfel de organisme este extrem de mare. Pentru a avea o imagine cantitativă a procesului citățm experiența lui Krasilnikov, care a efectuat spălări repetate ale particulelor de sol avînd celule adsorbite de *Azotobacter*. În total, după patru spălări s-au eliberat progresiv tot mai puține bacterii: la prima —11,4% din total, la a doua — 0,18%, la a treia 0,12% iar la a patra 0,007%. Au rămas, deci, adsorbite 88% din bacterii. Totodată, cu creșterea cantității de apă cantitatea de bacterii eliberată scade treptat, dar în proporții tot mai mici. Pe de altă parte, același autor arată că forța de adsorbție este invers proporțională cu activitatea microorganismelor. Adsorbția reține și metaboliți bacterieni care, în urma proceselor electrochimice implicate devin biologic inactivi. Studiind adsorbția unei enzime (ureaza), L. Pinck și F. Allison au demonstrat intensificarea procesului în situația saturării particulelor de argilă cu H^+, ceea ce subliniază rolul important al concentrației și schimburilor ionice în modificarea caracteristici citate.

Pentru măsurarea cantității de apă din sol se folosește o gamă largă de *indici hidrofizici*, variind ca utilizare de la un autor la altul. În tratatul prof. C. Chiriță (1974) se prezintă o sinteză comprehensivă asupra acestei

Scanned with OKEN Scanner

probleme. Noi ne vom referi numai la cîțiva indici mai des folosiți.

Astfel, se citează foarte mult indicele lui K.R. Schofield notat cu *pF*, reprezentînd logaritmul înălțimii coloanei de apă ce egalizează forța de sucțiune a solului. Acest din urmă parametru este definit la rîndul său ca „deficitul de presiune ce trebuie aplicat apei libere ce se găsește în contact cu solul, pentru a nu avea migrație de umiditate" (C. Chiriță), deci pentru a fi reținută.

Indicele *pF* permite a se delimita cîțiva indici hidrofizici de mare interes ecologic. Astfel se consideră că, în medie $pF = 0{,}04$ (adică un deficit de presiune de 0,001 bari) indică *capacitatea de saturație* a solului adică maximum de apă existent în sol. La $pF = 0{,}5—1{,}2$ (adică la o presiune negativă de 0,06—0,33 bari) corespunde *capacitatea de cîmp*, respectiv cantitatea maximă de apă prezentă pe o durată mai lungă în sol, reținută după pierderea apei de gravitație. Valoarea de $pF = 4{,}2$ (15 bari deficit de presiune) este considerată de către Richards și Wadleigh a reprezenta *coeficientul de ofilire*, respectiv limita rezervei hidrice din sol sub care plantele se ofilesc ireversibil. Se mai notează de către Mitscherlich și $pF = 4{,}75$ (55 bari presiune negativă) semnificînd coeficientul de *higroscopicitate maximă*, respectiv situația de pierdere în totalitate a apei higroscopice de către sol. Desigur valorile citate pentru descrierea indicilor de mai sus sînt de factură medie, orientativă, ele modificîndu-se mai mult sau mai puțin de la un tip de sol la altul și de la un test la altul. Astfel dacă se folosesc ca test plante cu grade diferite de adaptare la deficitul hidric se vor obține valori diferite *pF* de ofilire ireversibilă a acestora, iar propunerea lui Richards și Wadleigh reprezintă o valoare limită.

Dar apa, departe de a fi static reținută de sol, prezintă o mișcare permanentă și cu viteze diferite. Se înțelege deci rolul exercitat de caracteristica dimensională a porilor din sol și respectiv a spațiilor dintre particule. În situația unor spații de dimensiuni mici corespund porilor fini, forțate de retenție hidrică cresc foarte mult pînă la anularea mișcării. Este cunoscută dealtfel din fizică *legea lui Poiseuille* care, aplicată la circulația apei în sol, arată că viteza de mișcare a lichidului este direct proporțională cu: a) pătratul vitezei porilor; b) proporția porilor pe unitatea de suprafață; c)

Scanned with OKEN Scanner

greutatea specifică a apei și invers proporțională au viscozitatea acestui lichid. Pe scurt un drenaj mai bun al apei este permis de un sol cu o porozitate crescută, deci cu mai mulți pori pe unitatea de suprafață, și care la rîndul lor sînt de dimensiuni mai mari. Astfel în soluri nisipoase apa circulă cu viteze de $1-10^{-2}$ cm/sec în timp ce în soluri compact argiloase sub 10^{-6} cm/sec ceea ce practic înseamnă stagnare.

Există o sistematică întreagă a categoriilor de soluri din punctul de vedere al regimului hidric ținîndu-se seama de diferitele tipuri de furnizori de apă: precipitații, freatic, irigații, etc. cît și pierderile acestui lichid prin evapotranspirație. În funcție de tipul climatic în care se află solul respectiv se poate folosi, așa cum arată C. Chiriță (1961) și D. Cernescu indicele de aridităte (*I.a.*) al lui E. de Martonne (1926). Acest indice se calculează ca un raport P/(T + 10) în care P este media precipitațiilor anuale, iar T media temperaturilor anuale a zonei studiate în grade Celsius. Se identifică astfel patru tipuri diferite pentru țara noastră:

— condiții de stepă și silvostepă externă cu $I.a. < 26$;

— condiții de silvostepă medie și internă ca și zona forestieră moderat umedă cu $I.a. = 26-32$;

— condiții de zonă forestieră umedă cu $I.a. = 32-45$;

— condiții montane de precipitații abundente cu $I.a. > 45$.

Am menționat anterior rolul schimburilor de ioni de la suprafața particulelor de sol în viața microorganismelor din pelicula de apă higroscopică. Este de la sine înțeles că procesul fizico-chimic respectiv se exprimă și indirect prin modificările de *pH* și potențial pedox *(rH)* pe care le implică. Se creează interdependențe foarte complicate între activitatea microorganismelor și reacția solului. De exemplu produșii metabolici bacterieni de tipul CO_2 și ai acizilor organici reduc *pH*-ul solului. Dar modificările de *pH* produc succesiuni ale comunităților de microorganisme. Astfel bateriile și actinomicetele preferă medii alcaline în timp ce ciupercile medii acide. Un proces de acidificare cît de slab afectează în primul rînd bacteriile nitrificatoare.

Reacția *rH* este mai intensă spre straturile superioare ale solului unde oxigenarea este mai puternică. De obicei se produce o zonare, organismele anaerobe preferînd interiorul agre-

Scanned with OKEN Scanner

gatelor și straturile profunde în care predomină procesele de reducere. Aceste aspecte sînt corelate și cu modificarea proporției gazelor din aerul solului față de aerul atmosferic. Oxigenul este cantitativ mai redus în sol; el scade sub 15% la adîncimi de sub 30 cm. Dioxidul de carbon prezintă valori mai ridicate decît în atmosferă, respectiv de 0,3—10%.

Una dintre caracteristicile fundamentale ale mediului edafic o reprezintă stratificarea sa în *orizonturi*. Concepția modernă de abordare sistematică a solurilor a implicat și inerente modificări ale nomenclaturii orizonturilor. Foarte schematic se pot distinge în succesiune de la suprafață în profunzime următoarele tipuri:

— *orizontul organic (0)* datorat acumulatorilor de detritus vegetal, cum ar fi de exemplu litiera pentru solurile forestiere. În vechea nomenclatură notat *Ao*. Dezvoltat și substratificat în cazul litierii, redus în alte cazuri;

— *orizontul de acumulare a humusului (A)*. Capacitatea acumulativă a humusurilor este catalizată de ponderea fracțiunii minerale reprezentată prin argile care permite formarea de complecși organo-minerali rezistenți la mineralizare. Astfel în situația lipsei argilei proporția humusului este de 1—20% în timp ce dacă argila reprezintă pînă la 50%, humusul ajunge pînă la valori de 30%;

— *orizontul eluvial (E)*, datorat spălării argilelor și substanței organice și acumulării de minerale rezistente la alterare (ca de exemplu cuarțul);

— *orizontul de iluviere (B)* sau de alterare minerală, aflat sub O, *A* sau *E*. Este caracterizat prin culori mai închise, numit dealtfel și orizont de culoare. Aflat sub acțiunea spălării prin iluviere este caracterizat prin procese chimice de distrucție a structurilor complexe ale mineralelor constituente, disoluția și transportul în profunzime a substanțelor anorganice simple, solubile sau solubilizabile;

— *orizontul carbonatoiluvial (C)*, notat anterior ca orizont de acumulare a carbonaților. Aflat în profunzime, sub *B*, în condiții de îmbogățire a proporției CO_2, ca și a modificării altor caracteristici oferă posibilități de precipitare sub formă de carbonați a cationilor preluați în soluție din orizontul superior. Se înțelege că, în funcție de grosimea sa, proporția îmbogățirii în carbonați crește. Astfel, dacă este mai subțire de 15 cm, conține în medie sub 12% carbonați,

iar peste această valoare proporția carbonaților crește. Corelația nu este perfect lineară. Tot în orizontul C se pot acumula și alte săruri în funcție de specificul edafic.

— *orizontul mineral de rocă neconsolidată (D)* pe care se amplasează orizonturile superioare putînd oferi sau nu material mineral, parental în pedogeneză, fapt care depinde de condițiile desfășurării procesului;

— *orizontul mineral de rocă consolidată (R).*

Ținînd seama de reperele menționate în privința mediului edafic să analizăm caracteristicile comunității din sol.

COMUNITATEA EDAFICĂ sau edafobionul este, așa cum notam (de la *edafos* = sol și *bios* = viață în greceșe) de tip detritivor. Formată dintr-un număr restrîns de grupuri sistematice, impresionează însă prin diversitatea unora dintre acestea (fig. 50).

Comunitatea este constituită din două categorii de organisme: consumatori și descompunători. Studiul organismelor

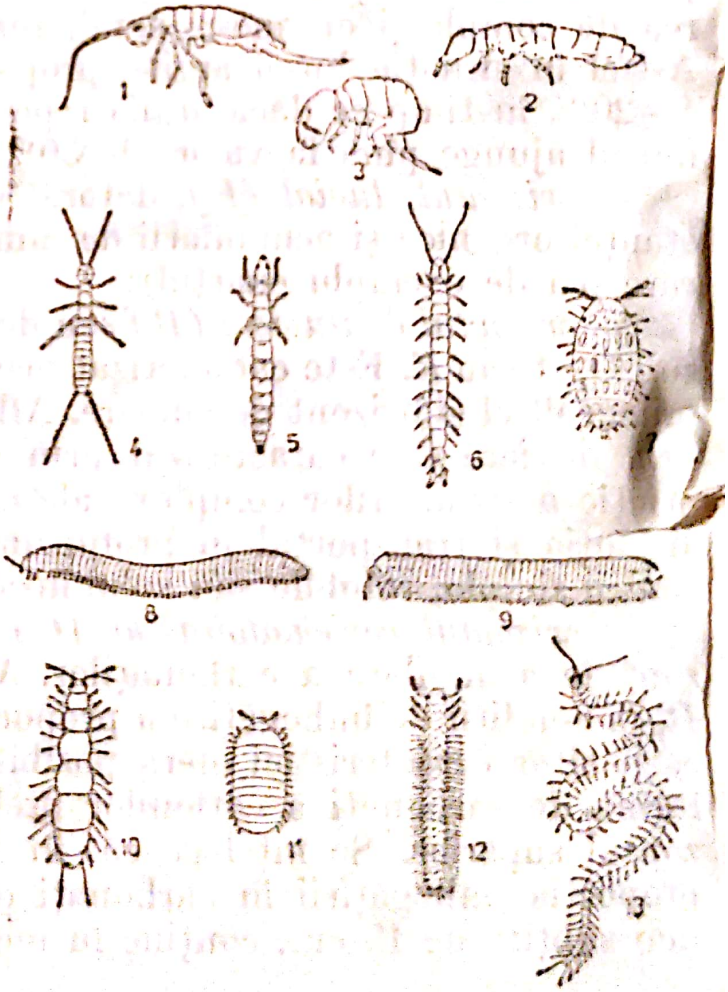


Fig. 50 Reprezentanți ai artropodelor din sol; **colembole**; 1 — *Mydonius*; 2 — *Onychiurus*; 3 — *Megalothorax*; **diplure**; 4 — *Campodea*; **protură**; 5 — *Eosentomon*; **simfile**; 6 — *Scutigerella*; **pauropode**: 7 — *Eurypauropus*; 8 — *Pauropus*; **diplopode**: 9 — *Polyzonium*; 10 — *Cylindroiulus*; 11 — *Glomeris*; 12 — *Polydesmus*; **chilopode**: 13 — *Geophilus*.

Scanned with OKEN Scanner

din sol a început să se desfășoare sistematic în ultimele decenii ale secolului trecut datorită zoologului italian Antonio Berlese, interesat de pedofauna de acarieni și insecte. El a introdus, în 1890, metoda flotației în lichide dense pentru separarea microartropodelor de particulele de sol (fig. 51). În 1905 a realizat un alt separator, sub formă de pîlnie încălzită printr-un sistem de bain-marie. În pîlnie, pe o sită, se amplasează proba de sol: prin uscarea sa treptată în urma încălzirii, microartropodele sînt silite să se retragă în profunzimea probei pînă cad prin pîlnie în tubul colector. Aparatul

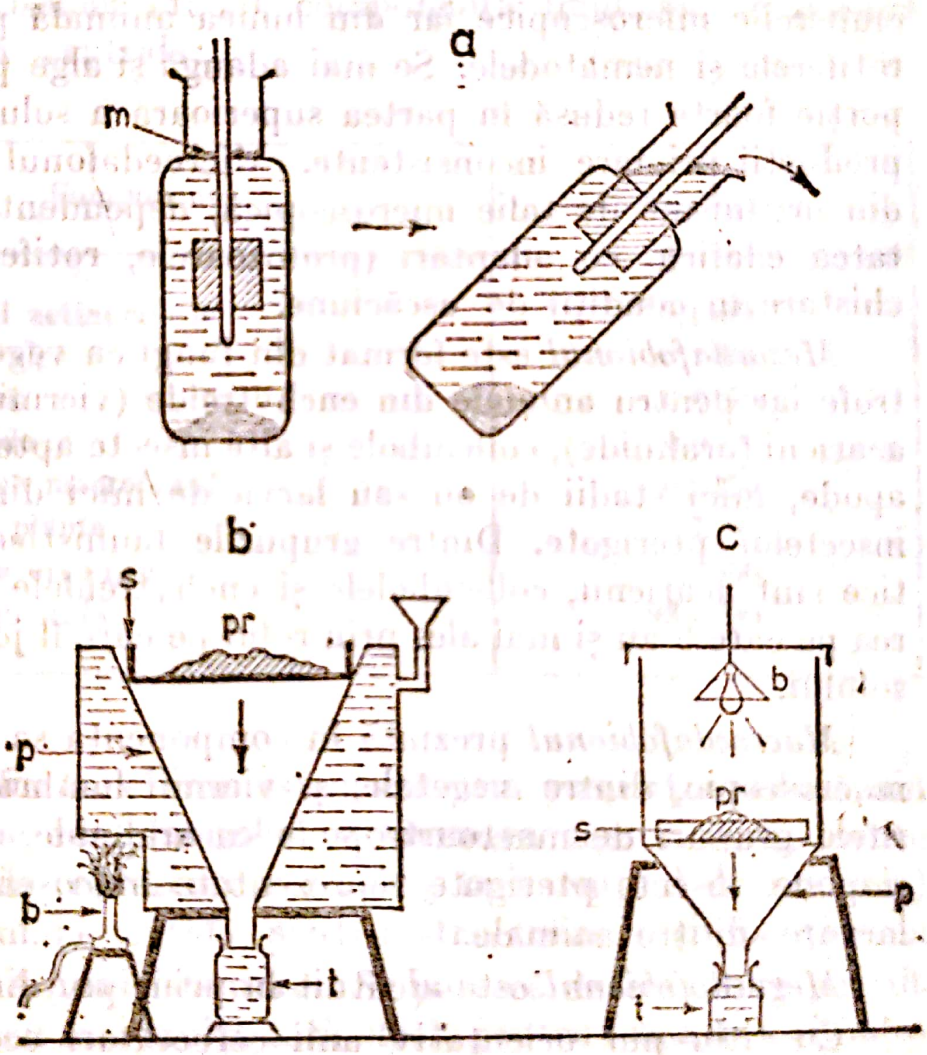


Fig. 51 Colectori ai microartropodelor din probele de sol: a — colectorul Berlense prin flotație; b — pîlnia Berlense (1905); c —pîlnia Tullgren (1917); m — microortropode; *b* — sursa de lumină; *p* — pîlnia; *pr* — proba de sol; *s* — sita; *t* — tubul colector.

Scanned with OKEN Scanner

din sol a început să se desfășoare sistematic în ultimele decenii ale secolului trecut datorită zoologului italian Antonio Berlese, interesat de pedofauna de acarieni și insecte. El a introdus, în 1890, metoda flotației în lichide dense pentru separarea microartropodelor de particulele de sol (fig. 51). În 1905 a realizat un alt separator, sub formă de pîlnie încălzită printr-un sistem de bain-marie. În pîlnie, pe o sită, se amplasează proba de sol: prin uscarea sa treptată în urma încălzirii, microartropodele sînt silite să se retragă în profunzimea probei pînă cad prin pîlnie în tubul colector. Aparatul

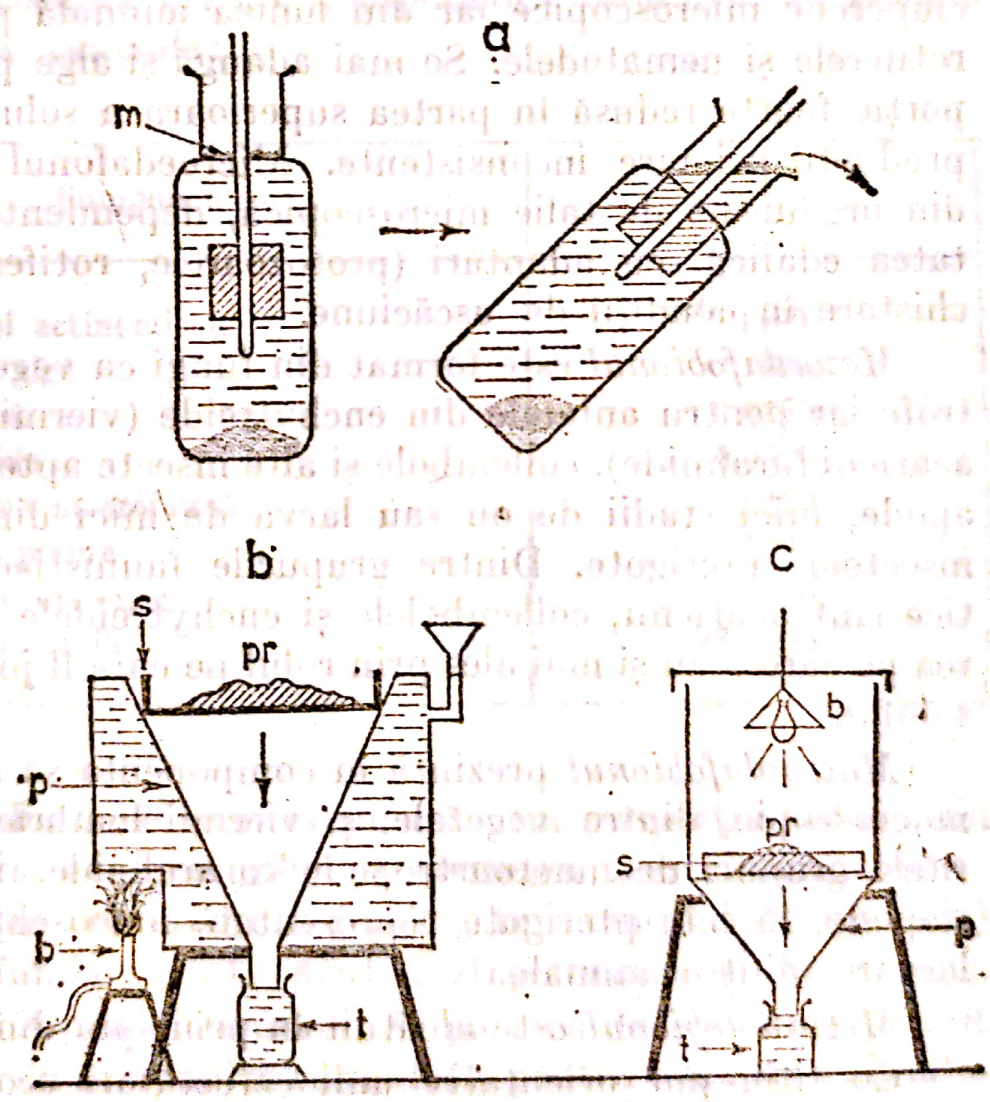


Fig. 51 Colectori ai microartropodelor din probele de sol: a — colectorul Berlense prin flotație; b — pîlnia Berlense (1905); c — pîlnia Tullgren (1917); m — microortropode; *b* — sursa de lumină; *p* — pîlnia; *pr* — proba de sol; *s* — sita; *t* — tubul colector.

a fost perfecționat de Tuligren (1917), prin introducerea unui bec deasupra sitei ca sursă de căldură. El este cunoscut astăzi sub numele de pîlnie Berlese-Tullgren avînd diferite perfecționări, inclusiv climatizarea și colectarea automat-programată a organismelor.

Similar planctonului se obișnuiește subdivizarea edafobionului după dimensiunile organismelor, recunoscîndu-se patru grupuri: microedafobionul, mezoedafobionul, macroedafobionul și megaedafobionul.

Microedafobionul cuprinde bacteriile, actinomicetele și ciupercile microscopice iar din lumea animală protozoarele, rotiferele și nematodele. Se mai adaugă și alge printr-o proporție foarte redusă în partea superioară a solului realizînd producții primare inconsistente. Microedafonul este format din organisme de talie microscopică, dependente de umiditatea edafică, cu adaptări (protozoarele, rotiferele) de închistare în condiții de uscăciune.

Mezoedafobionul este format din fungi ca vegetale heterotrofe iar pentru animale din enchytreide (viermi oligocheți), acarieni (arahnide), collembole și alte insecte apterigote, miriapode, mici stadii de ou sau larvă de mici dimensiuni ale insectelor pterigote. Dintre grupurile faunistice caracteristice sînt acarienii, collembolele și enchytreidele prin ponderea pe care o au și mai ales prin rolul pe care îl joacă în viața solului.

Macroedafobionul prezintă în componența sa fungi cu tal macroscopic, dintre vegetale, și viermii lumbricizi ori diferitele grupuri de macroartropode ca arahnide, izopode, miriapode, insecte pterigote reprezentate îndeosebi prin stadii larvare, dintre animale.

Megaedofobionul este alcătuit în principiu din vertebrate.

Cu titlu pur orientativ unii cercetători ecologi citează limite dimensionale pentru organismele din cele patru categorii. S-a propus astfel o scară logaritmică avînd ca unitate de măsură 0,1 mm sau o sută de microni. În acest sistem s-au ales valorile definitorii de 1,3; 2,6; 3,9 ceea ce reprezintă 0,2 mm ca limită pentru organismele din microedafobion,

Scanned with OKEN Scanner

între 0,2 și 4 mm pentru mezoedafobion între 4 și 80 mm pentru macrodafobion și peste 80 mm pentru megaedafobion. Valorile citate nu permit o încadrare perfectă a grupurilor de organisme din edafobion după talia individuală dar ideia în sine nu este lipsită de interes.

Numărul și biomasa organismelor din edafon diferă mult în funcție atît de climat, tipul de sol cît și de factori de micromediu. Pentru a avea o imagine de ansamblu asupra ponderii biomasei diferitelor grupuri prezentăm în tabelul de mai jos, după W. Tischler (1955) componența unui sol de pășune din Europa centrală:

Componența	Ponderea (%)
1. Bacterii și actinomicele	0,1400
2. Fungi și alge	0,1400
3. Mezofaună	0,0175
4. Lumbricide	0,0420
5. Alte forme macrofaună	0,0150
6. Rădăcini plante	0,7000
7. Substanțe organice	5,9500
8. Partea minerală	93,0000

Datele din tabel impresionează prin proporția redusă din sol ce revine edafobionului. Activitatea acestei componente edafice puțin reprezentate (0,35% în exemplul de mai sus) este însă fundamentală pentru structurarea și menținerea funcțională a pedosistemului. Se pare că datele citate permit a se afirma cu mai multă tărie decît pentru orice altă situație rolul fundamental antientropic, organizator pe care îl joacă partea biotică pentru un sistem ecologic în ansamblul său. Pentru a sublinia funcționalitatea ecologică a edafobionului, G. Bachelier (1971) a sintetizat, după mai mulți autori, media numerică a biomasei și consumul de oxigen prin respi-

Scanned with OKEN Scanner

rație datorat diferitelor componente faunistice pentru solurile brune, necultivate din regiunile temperate:

Grupul	Densitatea (nr/m^2)	Biomasa (g/m^2)	Respirația ($mgO_2/m^2 \cdot zi$)
1. Protozoare	500 000 000	10	?
2. Nematode	10 000 000	15	15
3. Lumbricide	200	100	20
4. Enchytreide	25 000	3	2
5. Acarieni	300 000	3	0,6
6. Alte arahnide	60	0,06	0,03
7. Miriapode	1 250	9,1	3,6
8. Collembole	200 000	2	1,5
9. Alte insecte apterigote	350	—	—
10. Larve de coleoptere	100	1	0,5
11. Larve de diptere	400	3,5	1,5

Ținînd seama de tipurile foarte diferite de soluri europene, Graff și Scheffer-Ulrich au alcătuit un tabel orientativ de variație a densității și biomasei medii a edafofaunei în funcție de trei grupuri de vegetație: păduri, pășuni-fînețe și culturi agricole. Îl prezentăm pentru a completa imaginea reprezentării cantitative a edafonului. Densitatea este exprimată în indivizi pe metru pătrat sol, iar biomasa, valori în paranteză, prin grame pe metru pătrat.

Grupul	Sol de:		
	Pădure	Pășune fineață	Cultură
Nematode	6.10^6 (6)	5.10^6 (5)	$4,5 \cdot 10^6$ (4,5)
Enchytreide	$3,5 \cdot 10^3$ (10)	$10,5 \cdot 10^3$ (30)	$2 \cdot 10^3$ (6)
Lumbricide	78 (40)	97 (50)	41 (20)
Acarieni	$8 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$
Collembole	$4 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$
Insecte pterigole	$3 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru grupurile importante pedogenetic, cum sînt viermii oligocheți și artropodele, este vizibilă reducerea numerică în solurile cultivate față de cele naturale datorită acțiunilor mecanice și chimice. Soluționarea problemei se întrevede prin reducerea insecticidelor și sporirea ponderii combaterii integrate. Vom reveni într-un capitol special. În cele ce urmează ne vom opri asupra unor categorii de interacțiuni de interes ecopedologic dintre diferitele componente biotice ale edafonului sau dintre populații și factorii abiotici.

INTERACȚIUNILE DE INTERES ECOPEDOLOGIC dintre componentele pedosistemului sînt numeroase și greu de prezentat într-un spațiu restrîns. Rezultatele studiului acestei probleme datorată cercetărilor proprii cît și sintezei datelor principale din literatura de specialitate pînă în anul 1964 au constituit masivul tratat de biologie a solului al profesorului Georg Müller. Ulterior anului 1970 o sinteză de același gen este aproape nerealizabilă, după cum menționează specialiștii, din cauza volumului mare de cercetări datorate dezvoltării explozive a tehnicilor moderne de cercetare. Ne vom opri, deci, selectiv asupra a trei categorii de interacțiuni de interes deosebit pentru pedosistem și anume: rizosferă — microorganisme, microartropode — umiditate și lumbricide — pedogeneză.

Noțiunea de *rizosferă* dată de L. Hiltner (1904) desemnează partea din sol supusă influenței directe a sistemului radicular. Întrucît acest spațiu este practic dificil de conturat din punct de vedere practic, mulți cercetători au convenit să-l studieze sub forma așa-numitului *efect de rizosferă* ținînd seama de manifestarea unei inconstanțe a acestuia sub formă de gradient pînă la dispariția efectului. Cercetările ulterioare lui Hiltner, ca de exemplu cele ale lui R.L. Starkey (1931) pe bumbac, au demonstrat că efectul rizosferei dispare după 0,5 cm de la radiculă, fapt măsurat prin diferențele populațiilor bacteriene. Cercetările biochimice și cu izotopi din deceniul trecut și pînă astăzi au confirmat în mare măsură limitele spațiale ale efectului citate de Starkey notificînd însă mai precis extinderea acțiunilor respective sub forme nondecelabile direct.

De fapt efectul de rizosferă este datorat unui complex de acțiuni exercitat de sistemul radicular, fie de factură mecanică asupra structurii solului, fie chimic prin îmbogățirea aerului

limitrof prin dioxid de carbon ca și prin eliminarea unor substanțe active sau inhibitorii pentru microorganisme. În acest fel se creează un micromediu nuanțabil diferit față de restul solului, fapt reflectat prin existența unor asociații specifice de bacterii, fungi și actinomicete. Este lesne de înțeles că stimulările sau inhibările demografice asupra unor micrroorganisme prezintă și un efect secundar asupra celorlalte populații microbiene din sol prin manifestarea activității lor biochimice și fiziologice.

Efectul primar este datorat mai ales acțiunii substanțelor secretate de sistemul radicular. S-au identificat categorii foarte diferite de substanțe ca de exemplu oze, alcooli, acizi organici, aminoacizi, vitamine, factori de creștere, compuși fenolici, alcaloizi etc. (J. Macura, 1966). S-a demonstrat totodată, de către diferiți cercetători că substanțele eliminate radicular reprezintă 7—10% din biomasa uscată a părții aeriene a plantei și 0,96—11% din totalul carbonului din sistemul radicular. Aceste valori punctează mărimea producției primare de substanțe active care au ca rezultat efectul de rizosferă.

Cercetările au subliniat faptul că acest efect se concretizează printr-o selecție biochimică. Astfel, genurile *Arthrobacter* și *Bacillus* sînt întîlnite frecvent în sol și nu în rizosferă în timp ce *Pseudomonas* este specific acesteia. *Azotobacter*, asociat clasic al rădăcinilor de leguminoase, este întîlnit într-o astfel de rizosferă cu densități de 10^4 celule pe gram sol. Populația scade sau dispare total în situația modificării mediului său biochimic prin cultivarea altor plante în același sol. Componența asociației de actinomicete se schimbă de exemplu în funcție de vîrsta rădăcinilor. La nivelul rădăcinilor tinere se întîlnesc *Streptomyces lavendulae* și *S. ruber*, iar după un timp necesar îmbătrînirii radiculare cele două specii dispar fiind înlocuite de *S. griseus*.

Efectele secundare sînt datorate de obicei producțiilor biochimice ale populațiilor de microorganisme formate ca urmare a efectului radicular primar. Se constată astfel două tipuri diferite de efecte secundare: sinergice și antagonice. Efectele *sinergice* sînt rezultatul sintezei de către microorganisme a unor factori de creștere cum ar fi: acidul paraaminobenzoic, acidul nicotinic, vitamina B_{12}, riboflavina, tiamina. *In vitro* s-a constatat de exemplu că bacterii sau actinomicete producă-

Scanned with OKEN Scanner

toare de tiamină conduc explozia demografică a populației de *Sclerotium rolfsii*. Efectele *antagonice* sînt datorate concurenței pentru factori de creștere, microorganismele cu ritmuri metabolice înalte de utilizare a factorilor fiind selectate. Rezultate similare se obțin și în situația producției de inhibitor. De exemplu *Pseudomonas* produce în culturi mixte o inhibiție totală a populațiilor de *Bacillus* și *Azotobacter* și parțială pentru *Arthrobacter* beneficiind astfel de spațiu și resurse trofice suplimentare.

Este interesant că lanțul de efecte se prelungește prin intervenția protozoarelor în calitate de consumatori bacterieni. La începutul secolului domina teza Russel-Hutchinson potrivit căreia rezultatul dezvoltării protozoarelor din sol îl constituie reducerea numerică a bacteriilor. Cercetările ulterioare au demonstrat însă existența unui efect paradoxal de creștere demografică a acestora în condițiile citate. S-au elaborat două ipoteze pentru explicarea unor astfel de rezultate. Prima ipoteză, datorată mai multor cercetători (Cutler și Bal, Meiklejohn, Hardin) presupune că populațiile bacteriene sînt stimulate prin reglajul de către protozoarele — consumatori a unui nivel numeric adecvat resurselor de hrană. S-ar elimina astfel surplusul demografic care ar produce o insuficiență trofică cu efecte asupra creșterii și vitalității bacteriilor. Această ipoteză este în mare măsură părăsită pentru o a doua bazată pe ideea rolului stimulator al secreților protozoarelor. Ea a pornit de la constatarea făcută de către Hervey și Greaves, în 1941, că o cultură pură de *Azotobacter* își sporește capacitatea de fixare a azotului atmosferic în urma adăugării unei fracții termolabile extrasă dintr-o cultură de protozoare. Randamente sporite sînt obișnuite prin extract din culturi de ciliate *(Colpoda, Oxytricha)*, flagelate *(Colponema)* și mai puțin de la rizopode *(Hartmannella)*. Substanța extrasă nu a fost purificată și identificată. Rezultatul acestei experiențe a stimulat o gamă largă de cercetări privind modificările posibile de pH ale mediului, producției de baze purinice, pirimidinice, a concentrării fosfaților, etc. După 1966 Mavljanova și-a concentrat atenția asupra gamma-iradierii protozoarelor cu doze reduse, constatînd că ciliatele supuse unor astfel de acțiuni fac să crească fixarea azotului de către *Azotobacter* între 120 și 170%.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă cercetările la nivel celular, cu tehnici de vîrf, nu au elucidat mecanismul procesului, au stimulat în schimb aplicațiile practice permițînd identificarea unor aspecte noi. Astfel Nikoliuk începînd din 1965 și-a propus să obțină stimulări ale populațiilor de *Azotobacter* în culturile agricole prin efectul produs de ciliate. Procesul biologic nu este descifrat: se pare că în sol intervine acțiunea inhibitorie exercitată de ciuperci asupra protozoarelor.

Efectul stimulator al protozoarelor în fixarea microbiană a azotului atmosferic cît și efectul inhibitor al protozoarelor demonstrează complexitatea interacțiunilor biochimice din sol, insuficient cunoscute încă. Rezultatul acestei imperfecțiuni de cunoaștere se poate constata în dezvoltarea rapidă a unui nou domeniu în ecologia solului și anume podoenzimologia.

Relația dintre microartropode și umiditate nu este aleasă întîmplător. Vom rememora rolul important al microartropodelor în „mărunțirea" detritusului vegetal, etapă importantă a procesului de humificare. Pe de altă parte, din punct de vedere evolutiv, selecția artropodelor terestre a avut umiditatea drept factor fundamental.

Cercetările experimentale ale lui G. Vannier (1971), folosind pentru extracție o pîlnie Berlese-Tullgren climatizată, cu controlul și înscrierea automată a temperaturii ca și a umidității probelor de sol, cu colectare programată a microartropodelor în funcție de un interval temporar, au permis a se obține concluzii importante în problema citată.

G. Vannier a constatat că pierderea apei din sol se face în trei etape de evaporație: a) de suprafață (*ES*), cu eliminarea apei gravitaționale; b) a apei capilare (*EC*); c) a echilibrului higroscopic (*EN*). Se constată că în prima fază și parțial în cea de a doua acarienii și colembolele prezintă mișcări migratorii în sol care se accentuiază din ce în ce odată cu uscarea. Aceasta este faza „*agitației naturale*" (*A*) a microartropodelor în care colectarea prin pîlnia Berlese-Tullgren se face incidental. De la un anumit moment, numit *punct de fugă* (p), specific condițiilor în care se desfășoară procesul și totodată sensibilității la uscăciune a grupelor de animale, începe a doua fază, cea de *fugă efectivă* (*B*). Ea este exprimată în sol prin migrația orientată a organisme-

Scanned with OKEN Scanner

lor spre zonele de umiditate mai ridicate iar în probă se traduce prin căderea masivă a indivizilor în tubul colector.

În fig. 52 prezentăm un astfel de grafic tip Vannier în condițiile standardizate în pîlnia Berlese-Tullgren, de 15°C temperatură a aerului, 51% umiditate relativă și fără curenți (viteza vîntului nulă). Dintre acarieni s-au studiat oribatidele, iar dintre collembole-isotomidele constatîndu-se, ca și cu alte ocazii, o sensibilitate mai ridicată la uscăciune a grupului de collembole. Se observă astfel că isotomidele încep migrația de urmărire a umidității la o valoare pF inferioară coeficientului de ofilire permanentă a plantelor în timp ce

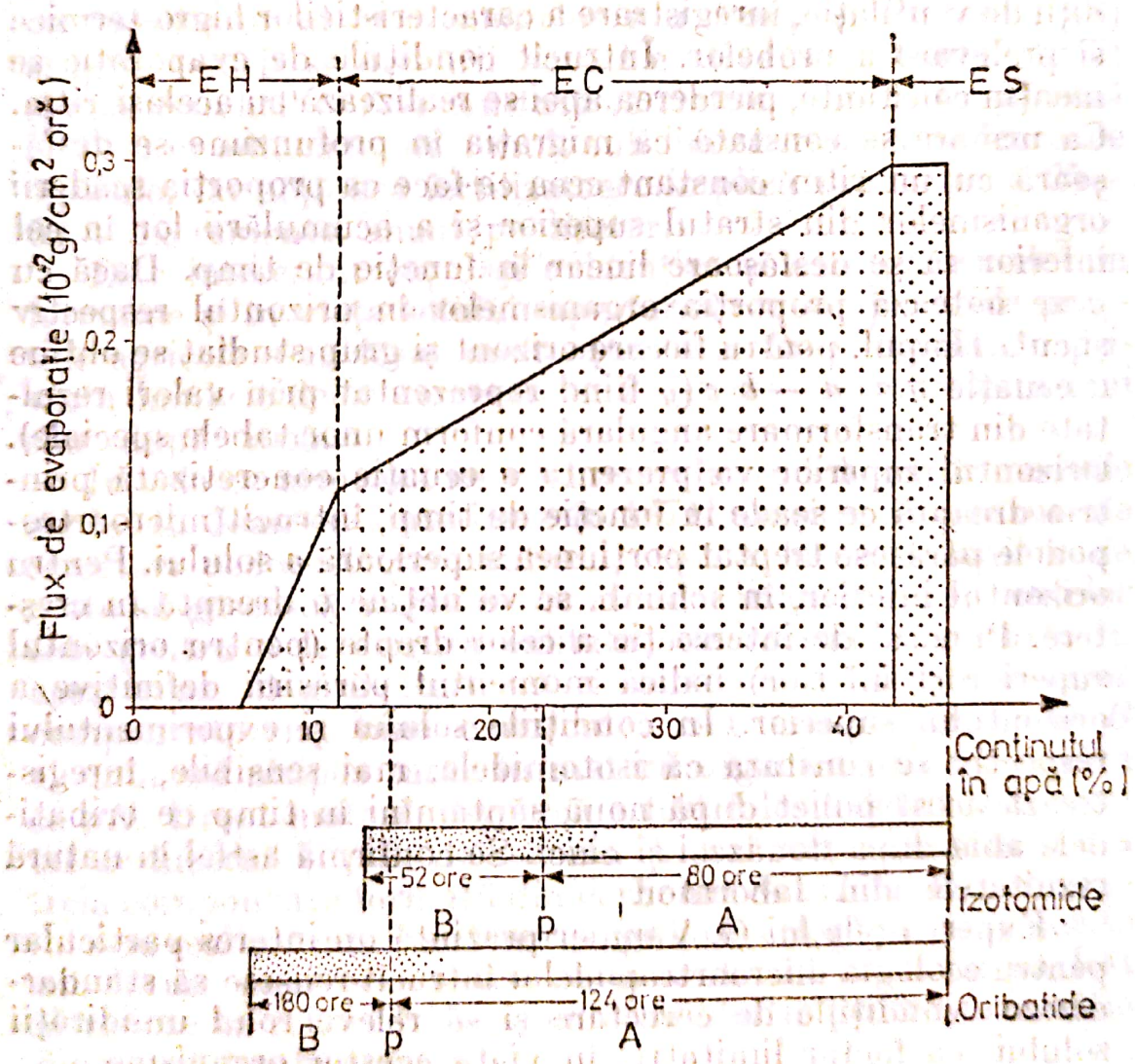


Fig. 52 Evoluția uscării probei de sol și fazele migrației (A—B) în pîlnia Berlense-Tullgren a colembolelor isotomide și acarienilor oribatizi din experimentul lui G. Vannier.

Scanned with OKEN Scanner

oribatidele prezintă o rezistență la uscăciune de 1,2 ori mai mare ca pF critic. În condițiile citate fluxul maxim de evaporație a fost de 0,32 · 10^{-2} g apă/cm^2 oră, experiența avînd o durată totală de 320 ore.

Rezultatele obținute în laborator au permis analiza procesului de migrație a celor două grupuri de microartropode în natură între orizonturile: 0—2,5 cm și 5—7,5 cm din sol. Pierderea apei are loc progresiv dinspre orizonturile superioare ale solului spre cele adînci G. Vannier a urmărit acest proces și consecințele sale asupra existenței microartropodelor timp de 16 săptămîni, în condiții experimentale de realizare a unui tunel protector deasupra solului, beneficiind de condiții de ventilație, înregistrare a caracteristicilor higro-termice și prelevare a probelor. Întrucît condițiile de evaporație se mențin constante, pierderea apei se realizează cu același ritm. Ca urmare se constată că migrația în profunzime se desfășoară cu un ritm constant ceea ce face ca proporția scăderii organismelor din stratul superior și a acumulării lor în cel inferior să se desfășoare linear în funcție de timp. Dacă cu y se notează proporția organismelor în orizontul respectiv și cu x timpul, pentru fiecare orizont și grup studiat se obține o ecuație $y = a - b\,x$ (y fiind reprezentat prin valori rezultate din transformare angulară conform unor tabele speciale). Orizontul superior va prezenta o ecuație concretizată printr-o dreaptă ce scade în funcție de timp, întrucît microartropodele părăsesc treptat porțiunea superioară a solului. Pentru orizontul inferior, în schimb, se va obține o dreaptă în creștere. Punctul de intersecție a celor drepte (pentru orizontul superior și inferior) indică momentul părăsirii definitive a orizontului superior. În condițiile solului și experimentului respectiv se constată că isotomidele, mai sensibile, înregistrează acest punct după nouă săptămîni în timp ce oribatidele abia după douăzeci și cinci. Se confirmă astfel în natură rezultatele din laborator.

Experiențele lui G. Vannier prezintă un interes particular pentru ecologia microartropodelor întrucît reușesc să standardizeze condițiile de cercetare și să releve rolul umidității solului, ca factor limitativ, în viața acestor organisme.

Activitatea lumbricidelor în sol s-a dovedit a fi deosebit de importantă în procesul de pedogeneză, fapt relevat încă de la sfîrșitul secolului trecut de către Ch.

Darwin. În esență rîmele prezintă o triplă activitate ce influențează pozitiv viața solului și anume: a) prelucrarea substanțelor organice în urma transferului detritusului prin tubul digestiv și excretarea lor; b) transportul substanțelor organice în adîncime; c) afînarea solului. În afara acestor influențe exprimate deobicei în toate lucrările de ecologie, activitatea rîmelor în sol se repercutează în cele mai neașteptate direcții cum ar fi de exemplu structurarea microparticulelor, repartiția hidrică, pH-ul solului, etc.

La începutul secolului al XX-lea o serie de cercetări au demonstrat rolul lumbricidelor în pedogeneză, așa cum sînt cele ale lui Russel (1910) și Driedax (1931) asupra rolului de fertilizator al excrementelor sau Hopp și Stater (1948) asupra aerării și drenării acvatice. Evans și Guild (1947) și apoi Satchell (1955) constată că rîmele coboară în sol pînă la 2—3 m adîncime, deci mult sub limita impusă de lucrările agricole, iar acțiunea fertilizatoare implică producția a 25—60 t excremente anual pe hectar.

Este interesant că, deși evidențiat rolul organismelor în formarea și în viața solului, aprofundările și aplicațiile practice agricole s-au lăsat mult așteptate. De exemplu, în privința lumbricidelor cercetări în acest sens se manifestă mai clar după 1955.

În cele ce urmează ne vom referi la studiile experimentale ale lui G. Jeanson sintetizate în 1971. Ca și în alte cazuri de cercetări pedoecologice, autorul citat a încercat înainte de toate să găsească mijloace de standardizare a experiențelor sale pentru a le asigura calitatea de reproductibilitate. În acest sens, el a alcătuit seturi de soluri artificiale a căror componente sînt bine cunoscute. S-a utilizat *orizontul B* al unui sol nisipos sărac în materii organice (0,7%), neutru ca *pH*. Drept materie organică a fost folosit detritusul vegetal de lucernă și paie de cereale. A mai fost adăugată și o a treia componentă formată din carbonat de calciu. Experimental s-au realizat diferite structuri pe baza celor trei componente sub forma unor orizonturi. Seturile de sol artificial au fost introduse în tuburi transparente de plastic pentru urmărirea dinamicii lumbricidelor.

În experiment s-au studiat influențele pedogenetice a două specii: *Lumbricus terrestris* și *Allolobophora icterica*, întrucît fiecare dintre ele reprezintă un tip ecologic deosebit de lum-

Scanned with OKEN Scanner

bricide. Prima se găsește în zona studiată preponderent primăvara și toamna avînd capacitatea de a săpa canale în profunzimea solului (pînă la 1,50 m). Cea de-a doua abundă vara și iarna, realizînd canale superficiale în sol (pînă la 30 cm).

Prezentăm în tabelul de mai jos viteza medie (cm pe zi) de construcție a galeriilor de către cele două specii în funcție de substrat.

Set sol	Tipul de substrat	Viteza de construcție galerii (cm/zi)	
		Lumbricus	Allolobophora
I	— orizont B + 10% detritus	0,64368	0,68798
	— orizont B —	0,32759	0,45134
	— orizont B + 1% $CaCO_3$	0,27011	0,34065
	Total	1,24138	1,47996
II	— orizont B + 1% detritus	1,20689	0,80534
	— orizont B + 1% $CaCO_3$	0,48851	0,37214
	— orizont B —	0,58621	0,22137
	Total	2,28161	1,39885
III	— orizont B + 1% detritus + 1% $CaCO_3$	1,79310	0,64504
	— orizont B	0,65517	0,27672
	Total	2,44827	0,92175
IV	— orizont B	1,28736	0,24237
	— orizont B + 1% detritus + 1% $CaCO_3$	1,83333	0,70801
	Total	3,12069	0,95038

Cele patru seturi de sol artificiale demonstrează viteza inegală de construcție a galeriilor în funcție de tipul de substrat. Rîma obișnuită *(Lumbricus terrestris)* prezintă cea mai mare viteză diurnă de înaintare într-un substrat care prezintă atît detritus cît și o bună tamponare a acidității prin carbonatul de calciu cu condiția ca acestea să fie în profunzime, sub 10 cm *(set IV)*. Cele mai mici viteze le prezintă în situația în care între orizontul de detritus și cel calcic există un orizont intermediar care impune o activitate

Scanned with OKEN Scanner

metabolică suplimentară de tamponare a reacției acide *(set I)*. Pentru *Allolobophora*, cu activitate intensă în substratul superficial, concentrarea în orizonturile superioare a detritusului permite o viteză maximă de înaintare în sol *(set I și II)*. Este interesant de remarcat că indivizii acestei specii nu necesită carbonat de calciu pentru cerințe metabolice de corecție a reacției detritusului. Mai mult, prezența carbonatului implică scăderi de viteză (*set III* și *IV*).

Se constată, de asemeni, rolul extrem de important al excrementelor lumbricidelor în conferirea stabilității structurii solului, superioară simplei prezențe a detritusului vegetal. Porozitatea solului este pozitiv influențată prin activitatea de săpare a galeriilor; rolul indivizilor de *Lumbricus* este mai important decît al celor de *Allolobophora*. Sînt constatate totodată efecte pozitive în migrația fierului și calciului în sol ca și în stimularea procesului de humificare și repartiție a substanțelor organice ca urmare a activității rîmelor.

După cum se observă problemele ecologiei solului sînt vaste și de o factură specifică față de cele datorate mediilor acvatice, iar perspectivele teoretice și practice ale desvoltării domeniului sînt deosebite.

Înainte de a încheia acest capitol rememorăm pentru cititor tradiția frumoasă de care se bucură studierea ecologiei solului și litierii în rîndul cercetătorilor români. Menționăm astfel monografiile din deceniul al treilea al secolului nostru datorate profesorilor M.A. Ionescu și C. Manolache în studierea faunei litierei din pădurile de fag și stejar. Direcția a fost continuată și aprofundată de colectivul profesorului V. Radu pentru edafonul solurilor de fîneață și agricole din împrejurimile Clujului, de colectivul de ecologie terestră a Institutului de cercetări biologice din București asupra diferitelor tipuri de soluri, ca și de colectivul de biospeologi din București pentru edafonul solurilor de pe calcare și relația acestuia cu biocenozele endogee. În microbiologia edafică se pot cita frumoasele rezultate ale colectivelor de specialitate din domeniul agricol; notăm ca o exemplificare metodologia proprie ca și concepția ce o fundamentează, datorate lui P. Papacostea (1976). Pornind de la analiza mediului edafic profesorul C. Chiriță realizează o admirabilă sinteză ecopedologică în 1974 din care se relevă și contribuția vastă a pedologilor români de interes ecologic.

PĂDUREA CA SISTEM ECOLOGIC

Un sistem ecologic poate fi încadrat diferit în funcție de gradul său de complexitate. Astfel populația biologică și mediul său de existență ca și biocenoza împreună cu biotopul respectiv constituie sisteme ecologice. Dar în aceeași categorie se încadrează și sistemele ecologice de nivel superior ecosistemului.

Pădurile, prin suprafața pe care o ocupă, depășesc de cele mai multe ori limitele spațiale ale unui simplu ecosistem. Îl invităm pe cititor să rememoreze zilele de vacanță ale excursiilor, cînd poate revedea cu ochii minții zona continuă a pădurii de conifere ce tapisează abruptul Bucegilor. În cîmpie, prin extinderea în ultimul secol a agriculturii, este drept că spațiul silvic apare mai fragmentat. Și cu toate acestea întîlnim încă suficiente cazuri de areale destul de ample pentru a cuprinde nuanțări și chiar diferențe în structura comunității silvice după componentele vegetale și animale.

Studiul pădurii impune o complexitate deosebită în raport cu alte sisteme ecologice. Acest caracter este datorat mai multor note specifice dintre care reținem în primul rînd gradientul modificărilor sistemului atît pe orizontală cît și pe verticală.

Pe orizontală pădurea se modifică subtil, insesizabil de cele mai multe ori, încît într-un itinerar cercetătorul trece aproape fără să-și dea seama într-un alt sistem ecologic de același fel (pădure) sau diferit (grupare de arbuști, vegetație ierboasă, etc.). Este drept că se pot întîlni și cazuri ale unei diferențe marcante delimitînd cele două sisteme aflate în continuitate. Așa de exemplu coborînd de la altitudini mai mari în pădurea de fag, limita față de pădurea de conifere apare relativ bine concretizată. S-ar putea considera deci, dincolo de situații excepționale, că sistemul silvic este ca re-

Scanned with OKEN Scanner

partiție orizontală puternic ancorat ecologic între celelalte sisteme terestre limitrofe prin manifestarea unor spații de tranziție. Astfel, insectele din culturi migrează în mare măsură toamna pentru iernat adînc în pădure; multe specii de plante ierboase pătrund mai mult sau mai puțin din exterior în pădure, etc. Ecologic astfel de zone de tranziție sînt notate cu termenul de *ecotoni*. Caracteristic ecotonului îi este amestecul de elemente din biocenozele ce vin în contact, dar nu numai atît. Inerent se întîlnesc valori de tranziție și în privința biotopului.

Pe verticală pădurea prezintă un gradient din alt punct de vedere și anume de modificare a funcționalității dinspre sol spre coronament în sensul trecerii de la sisteme ecologice heterotrofe spre autotrofe. Despre aceste două categorii de structuri stratificate am amintit în capitolul privind ecosistemul și reluarea ideii poate să nu-l atragă pe cititor în această formă generalizată. Dar să nu uităm că diferențele sînt datorate unor componențe floristice, faunistice și microbiene specifice de la un strat la altul ceea ce se va traduce practic prin modificări, mai mult sau mai puțin treptate, ale comunităților întîlnite pe verticală. Așa cum am notat și vom vedea totodată din cele ce urmează, mulți cercetători analizează aproape ca unități individualizate comunitățile straturilor majore ale pădurii.

De fapt din cele relatate se distinge un aspecte extrem de comun încît poate trece aproape neobservat și anume că sistemul ecologic silvic în ambele direcții în care este analizat (pe orizontală sau pe verticală) își datorează structura în primul rînd vegetației. Acest specific, dealtfel comun ecosistemelor terestre în privința rolului important structural al vegetației, a stimulat dezvoltarea unor științe specifice, geobotanica și fitocenologia, care impun modalități caracteristice de abordare a problemei atît din punct de vedere conceptual cît și metodologic. În această direcție cititorul se poate adresa unor lucrări de specialitate, domeniul fiind bine reprezentat prin tradiție și realizări recente în privința cercetării românești. Vom cita numai două lucrări datorate lui Alex. Borza, N. Boșcaiu (1965) și N. Doniță (1975). Se vor găsi aici atît indicații în privința concepției de abordare a studiului covorului vegetal, cît și metode practice de realizare, ambele atît sub raport fitocenologic cît și ecologic.

Scanned with OKEN Scanner

MEDIUL SILVIC prezintă caractere diferențiate față de ecosistemele limitrofe fapt datorat influențelor pedo-climatice exercitate de pădure.

Temperatura joacă un rol deosebit în viața pădurii, factorul termic avînd dealtfel o funcționalitate limitativă a repartiției latitudinale a vegetației fanerofite pe glob. În mod convențional se indică ca limită extremă de repartiție silvică izoterma de + 18° C a lunei celei mai reci (după Köppen). Nu este însă lipsită de importanță corelația ce se realizează între temperatură și umiditate în repartiția pădurilor în spațiul diferit de izoterma citată, întrucît scăderi ale cantității de precipitații sub 100 mm pe an acționează la rîndul lor ca factori de barieră silvică.

În interiorul pădurii se constată din punct de vedere termic *diferențe față de zonele deschise, caracteristică notată de către specialiști prin termenul de ecart termic.* De obicei dinamica lunară a acestor diferențe este notată grafic ca valori pozitive sau negative față de temperaturile spațiilor deschise care sînt notate cu zero. Astfel de grafice au fost imaginate de către J. Schubert la începutul secolului reprezentînd o metodă ingenioasă de analiză a specifității termice a pădurii. Prezentăm în fig. 53 trei astfel de grafice de tip Schubert pentru pădurile europene de molid, pin silvestru și fag.

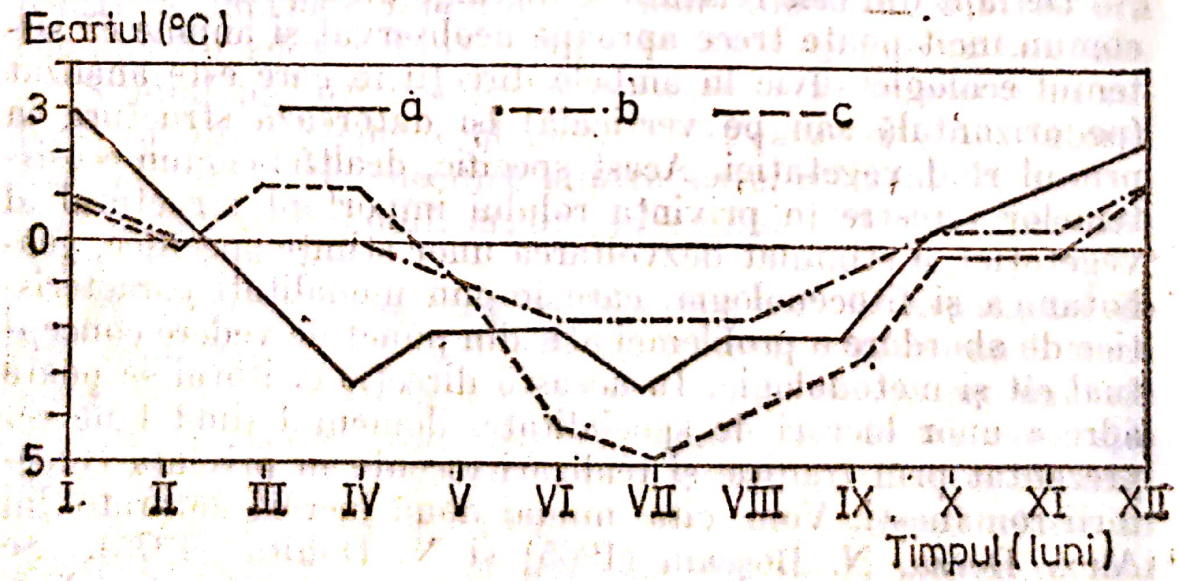


Fig. 53 Grafice de tip J. Schubert privind dinamica ecartului termic al unor păduri europene pe parcursul unui an; *a* — molidiș; *b* — pinet silvestru; *c* — făget.

Scanned with OKEN Scanner

Este interesant să remarcăm factura specifică a ecartului termic al pădurilor prezentate. Astfel, pădurea de molid menține mai mult timp în cursul anului (lunile martie — septembrie) o diferență de 2—3°C în minus față de mediul înconjurător fapt explicat mai ales pe baze fizice, prin realizarea de către coronament a unei ecranări față de supraîncălzirea solului. Se cunoaște faptul că pădurea de molid este mai „întunecoasă" decît cele ale arborilor cu frunze căzătoare. Același ecran o protejează și împotriva răcirii excesive din anotimpul de iarnă ceea ce face să se înregistreze chiar un ecart pozitiv de 2—3°C față de zonele exterioare pădurii.

În cazul pădurii de fag se constată însă o scădere a factorului fizic al ecranării în modificările termice și o creștere a importanței proceselor fiziologice. Astfel în cursul lunilor de vară ecartul termic atinge valori de —4°C prin intervenția unor ritmuri crescute ale transpirației foliare. Apare deci evidentă corelația termo-hidrică în reglarea caracteristicilor mediului silvic.

Umiditatea realizată prin precipitații s-a considerat a fi mai ridicată în spațiul pădurii decît în afară cu 3—6%. Mai recent această suplimentare este mult disputată fiind, se pare, rezultatul diferențelor metodice de înregistrare a precipitațiilor întrucît în cîmp deschis acestea sînt supuse acțiunii vîntului ceea ce se soldează cu deficituri. Fără îndoială însă că pădurea permite recepția unor cantități sporite de umiditate pe alte căi. De exemplu se descrie procesul *ploii orizontale* datorată condensării umidității atmosferice pe suprafețele vegetale din spațiul silvic.

Datorită stratificării, precipitațiile sînt reținute cu un anumit cuantum la diferite niveluri în funcție de specificul stratului respectiv. Astfel în coronamentul pădurilor de molid sau de brad se reține pînă la 80% din precipitații, în făgete sub 50%, în timp ce în stejărete sub 20% din cauza densității mai mici a suprafețelor vegetale. Recepția la diferite niveluri a precipitațiilor permite o mai eficientă utilizare a apei pentru sol, întrucît, față de spațiile libere, cantitatea ce ajunge pe substrat în unitatea de timp este diminuată. În schimb de la nivelul diferitelor straturi (coronament al arborilor, arbuștilor, vegetației ierbare sau litierii) apa circulînd gravitațional continuă să fie primită de sol și după încetarea precipitației propriu-zise. Din coronamentul arborilor

Scanned with OKEN Scanner

apa scade liber fiind receptată de suprafețele vegetale ale straturilor următoare sau alunecă în lungul trunchiurilor. Se pot produce astfel recepții pe parcurs, în funcție de specificul suprafețelor respective. De exemplu la conifere apa se scurge pe trunchiuri nu depășește 50% din totalul căzut pe suprafața pădurii în timp ce la făgete ajunge pînă la 20%.

Față de cantitatea de apă primită prin precipitații, pădurea prezintă pierderi atît fizic, prin evaporație, cît și fiziologic prin transpirație. Pierderile de apă prin evapotranspirație se realizează în directă legătură cu gradul de adaptare la uscăciune a fanerofitelor principale din pădure. Se constată o scădere a masei foliare pe unitatea de suprafață în funcție de creșterea pierderilor de apă prin evapotranspirație. Astfel cantitatea de frunze verzi este aproape de 20 t/ha în pădurile de molid și numai 9,8 t/ha în stejărete. Prin suprafața foliară respectivă molidișul pierde anual 300 mm apă, în timp ce stejăretele 352 mm. Intervin factori complecși în această cvasi-egalizare. Pentru conifere suprafața foliară de pierdere hidrică prin evapotranspirație este comparativ mult mai mare decît pentru angiospenele lemnoase. În schimb fiziologic procesele se desfășoară mult mai lent prin impregnările de suprafață cît și prin cantitatea crescută a umidității din mediu, ceea ce, desigur, nu reprezintă decît o imagine foarte schițată a proceselor complexe de interes în acest sens.

Aportul față de pierderea apei este urmărit sub forma bilanțului hidric în pădure. Prezentăm în tabelul de mai jos cazul concret al bilanțului hidric pentru un stejăret față de spațiul liber limitrof.

Componentele bilanțului hidric	Stejăret	Cîmp limitrof
Aport	521 mm	521 mm
Pierderi	426 mm	518 mm
Infiltrații	95 mm	3 mm

Lumina este un alt factor abiotic fundamental pentru viața pădurii. Este lesne de înțeles că prezența fanerofitelor, prin ecranarea ce o implică are drept consecință o luptă mai intensă pentru captarea radiației solare din partea tuturor producătorilor primari. Prin acțiunea acestui factor s-au

Scanned with OKEN Scanner

selecționat deci adaptări diferite în privința captării și utilizării energiei luminoase. Dar dincolo de adaptări caracteristice fiecărei specii vegetale este poate mai important de relevat un proces adaptativ specific fitocenozei în ansamblu și anume realizarea unei stratificări a suprafețelor vegetale fotosintetizate sub forma unui model structural optim cu o dinamică eficientă pe parcursul unui an.

Ilustrăm prin fig. 54 un exemplu concret de stratificare a unei păduri de tei-carpen studiată de către M. Doniță (1971). Se pot recunoaște două straturi de coronament al arborilor (6—8), unul al arbuștilor (5) și altul al vegetației ierboase (4). În sol, sistemele radiculare se stratifică de asemeni.

Stratificarea epigee are ca efect absorbția și reflecto-refracția razelor luminoase la diferite niveluri, micșorînd treptat cuantumul ce atinge solul. Se consideră că, în medie, la latitudinea țării noastre cad circa 0,834 cal/cm^2 min, din-

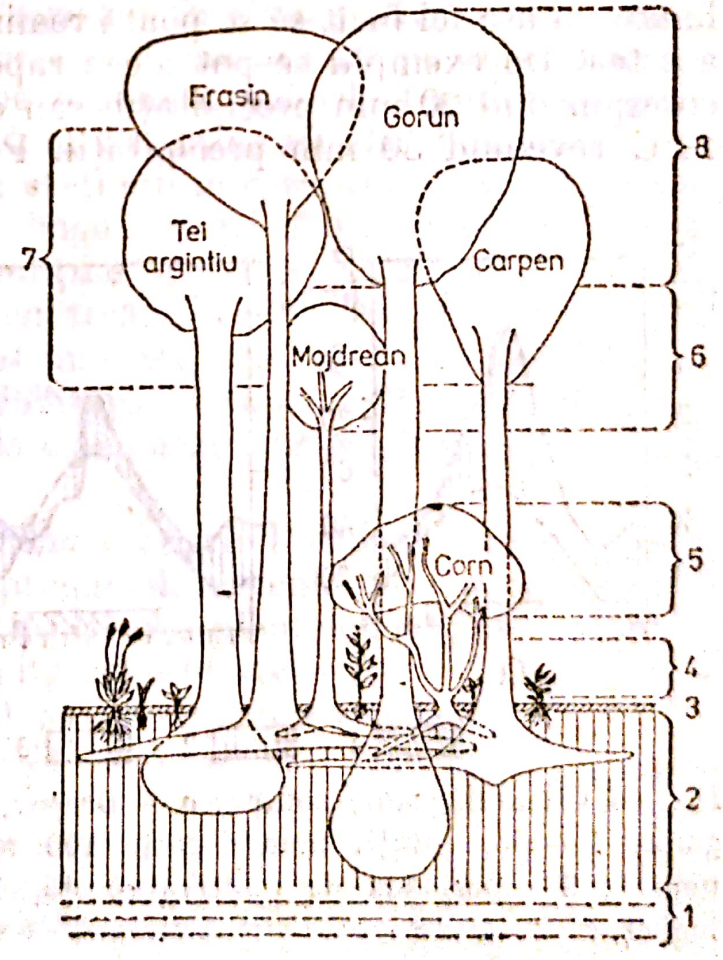


Fig. 54 Stratificarea unei păduri de cîmpie reprezentată după *N.* Doniță; 1 — roca mamă; 2 — solul; 3 — litiera; 4 — stratul ierbos; 5 — coronamentul arbuștilor; 6, 7, 8 — coronamentul arborilor.

Scanned with OKEN Scanner

tre care se absorb de pădure numai 35—75%, restul fiind pierdut prin procese fizico-chimice. Din cantitatea preluată de coronament, numai 5—40% pătrunde dincolo de stratul superior, cea mai mare parte din ea (5—35%) fiind reținută de coronamentul arbuștilor și numai 2—3% atingînd stratul inferior al vegetației ierboase și solului. Această reducție masivă a cuantumului radiant spre vegetația ierboasă a reprezentat un factor important de selecție a unor adaptări pentru aceste plante fie în direcția ombrofiliei fie în apariția și desfășurarea rapidă a ciclului vegetativ (plante efemere) înainte de formarea învelișurilor foliare complete în coronament.

Analiza factorilor de mediu se face de cele mai multe ori în *forme sintetice*. Un exemplu de acest fel îl reprezintă *climadiagramele*.

Climadiagrama (fig. 55) este un grafic cartezian pe a cărei abscisă se află înscrise lunile anului, pentru emisfera nordică începîndu-se cu ianuarie iar pentru cea sudică în iunie. Pe ordonată se înscriu temperaturile și precipitațiile medii lunare în așa fel încît să se poată realiza o concordanță între acestea. De exemplu se pot alege raporturi de 1/2, la 10°C corespunzînd 20 mm precipitații, sau de 1/3 ca în fig. 55, la 10°C revenind 30 mm precipitații. Pe ordonata din dreapta

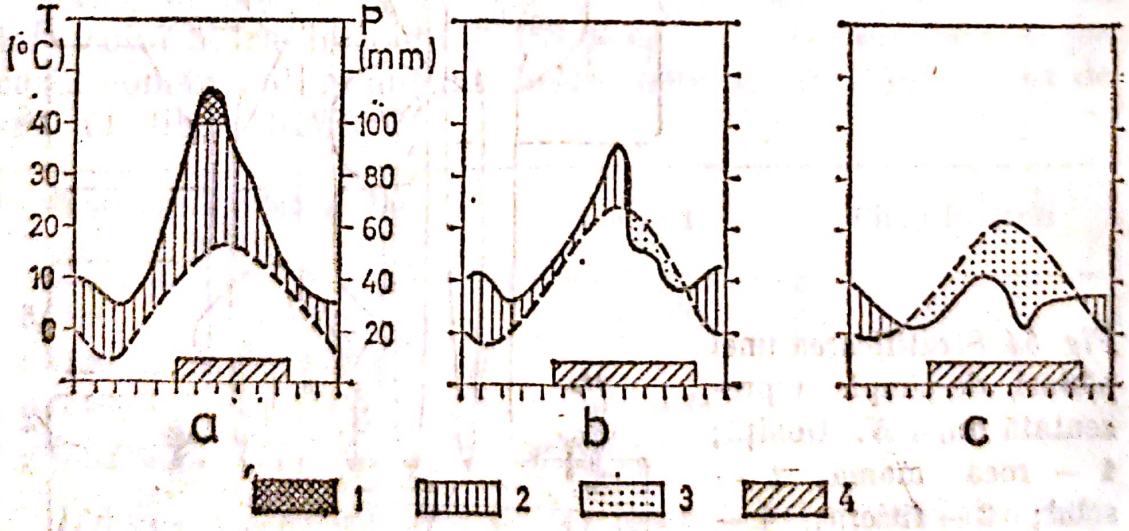


Fig. 55 Climadiagrame pentru: a — Brașov, b — București, c — Mangalia; 1 — precipitații lunare peste 100 mm; 2 — perioadă relativ umedă; 3 — perioadă de relativă secetă, 4 — perioadă fără zile de îngheț.

se notează valurile termice, iar pe cea din stînga cele privind precipitațiile.

Între dinamica medie a precipitațiilor și temperaturilor se pot surprinde două situații fundamentale. Cazul în care precipitațiile devansează valurile termice se consideră a indica o perioadă de relativă umiditate pentru stațiunea analizată. În mod special perioadele cu precipitații peste 100 mm lunar, în medie, sînt indicate într-o formă specială. Cel de-al doilea caz fundamental este datorat devansării graficului precipitațiilor de către cel al temperaturilor, semnificînd perioade de relativă secetă.

Pe abscisă se notează aspecte privind caracteristicile termice ale stațiunii studiate ca de exemplu: perioade cu temperaturi sub zero grade, perioade cu temperaturi de zero grade, perioade fără zile de îngheț, etc. În fig. 55 se observă, de exemplu, că perioada cu temperaturi mai mari de zero grade crește, așa cum este firesc, din zona montană spre cea de cîmpie.

O altă modalitate de a exprima corelațiile temperatură-precipitații se realizează prin *climagrafe*. Acestea sînt reprezentate prin grafice carteziene în care pe abscisă se notează precipitațiile iar pe ordonată valorile termice pe parcursul celor douăsprezece luni. Se obține astfel o climagrafă sub forma unui areal specific stațiunii în care se desfășoară cercetările.

Desigur că, pe lîngă factorii climatici viața pădurii este influențată de condițiile specifice pedologice. Pentru a nu complica însă prezentarea îl invităm pe cititor să revadă cele expuse în capitolul anterior, dedicat acestui subiect.

ECOLOGIA PRODUCĂTORILOR PRIMARI, prin stratificarea care le este caracteristică, prezintă o complexitate deosebită.

Producătorii primari cuprind arbori, arbuști, vegetație ierboasă dintre criptogamele vasculare cît și mușchi, licheni, alge verzi. Numai în privința plantelor lemnoase din pădurile țării noastre sînt citate peste trei sute de specii (I. Prodan 1939 menționa 284). Mai mult sau mai puțin numărul de spermatofite silvice scade odată cu altitudinea.

Pentru cercetările de ecologie silvică se impune să menționăm interesul pe care îl prezintă *plantele indicatoare* ale diferitelor condiții de mediu. Al. Beldie și C. Chiriță (1954) au întocmit un prim studiu în această privință

asupra posibilităţilor de utilizare a 50 specii de plante. Autorii relevă sensibilitatea acestui instrument biologic şi necesitatea unei bune cunoaşteri a sa pentru obţinerea optimă de informaţii.

Prezentăm spre exemplificare domeniul indicat de cîteva plante în privinţa *pH*-ului:

Specia	Biotopul	*pH*-ul
Vaccinium vitis — idaea	—	4,3—4,5
Oxalis acetosella	Molidişuri cu *Vaccinium*, muşchi	4,3—4,7
	Molidişuri cu alte plante	4,6—5,9
	Făgete cu *Vaccinium, Luzula*	4,4—5,2
	Făgete cu floră de mull	5,6—6,9
Luzula maxima	—	4,4—5,0
Deschampsia flexuosa	—	4,4—5,4
Hieracium transsilvanicum	Molidişuri	4,9—6,2
	Făgete pe roci silicoase	5,0—5,5
	Făgete pe roci calcaroase	5,3—6,4
Calamagrostis arundinacea	Molidişuri, făgete superioare pe roci silicioase	4,6—5,5
	Idem, pe roci calcaroase	5,6—6,7
	Făgete, brădete	5,1—6,5
Asperula odorata	Făgete cu brad, brădete	5,6—6,4
	Făgete	5,9—6,6
	Sleauri, cărpinişuri	6,0—6,7 (6,9)
Asperula taurina	—	6,2—6,7 (6,9)
Polygonatum latifolium	—	6,2—6,9
Asarum europaeum	—	6,3—7,4

Tabelul relevă foarte evident rezultatul selecţiei exercitată de către *pH* nu numai în ceea ce priveşte specia dar mai ales asupra genotipurilor populaţiilor aflate în biotopuri diferite. Ca urmare se constată uneori diferenţe clare de accepţie a *pH*-ului pentru populaţii ale aceleiaşi specii; a se

Scanned with OKEN Scanner

vedea de exemplu populațiile de *Calamagrotis arudinacea* din molidișuri sau făgete înalte pe substrat silicios față de un substrat calcaros. De remarcat totodată că speciile mai apropiate filetic prezintă similitudini mai mari pentru domeniile de pH decît speciile din taxoane îndepărtate.

Între *speciile ierboase și arbori se realizează interesante raporturi* privind biomasa, producția și densitatea indivizilor vegetali. Astfel, într-un studiu privind aceste probleme în făgete, Mihaela Paucă-Comănescu, Aurica Tăcină și C. Bîndiu (1978) constată că raportul strat arbustiv — strat ierbos în privința biomasei este de 1000 : 1, în privința producției anuale de 100 : 1, pentru biomasa depusă pe sol de 50 : 1 și de 1 : 500 pentru densitatea indivizilor. Din aceste date particulare se remarcă cîteva aspecte de interes mai general. În primul rînd diferența mare dintre biomasa lemnoasă — ierboasă și existența unui raport aproape similar, dar inversat în privința numărului de indivizi. În al doilea rînd reducția de aproape zece ori a producției anuale a plantelor lemnoase față de cele ierboase. Acestea din urmă reușesc să-și constituie biomasa în totalitate într-un singur an. Notăm spre ilustrare, din studiul autorilor citați, și cîteva date privind mărimea producției nete anuale. De exemplu, în timp ce stratul arbustiv înregistrează anual sporuri de 6 800 t/ha, dintre care numai masa foliară este de 2 580 t/ha, stratul ierbos realizează doar 44 t/ha. Spre altitudini superioare, în pădurea de conifere, pentru care stratul ierbos scade extrem de mult, diferența de raporturi se va accentua în favoarea fanerofitelor. Spre altitudini inferioare procesul este invers, fără însă ca biomasa stratului arborescent să fie atinsă de cea a stratului ierbos.

Metodele de studiu a biomasei și producției nete pentru producătorii primari din stratul ierbos sînt ceva mai simple decît cele ce privesc fanerofitele. Se pornește de obicei de la prelevări randonice a probelor de pe suprafețe standardizate. Biomasa se află prin cîntărire, valoare care exprimă greutatea umedă pe unitatea de suprafață. Prin uscare termostatată la 105° C și cîntărire se obține fitomasa uscată. Arderea calorimetrică permite estimarea valorii energetice a biomasei. Producția mare și respirația se măsoară în modul cel mai simplu prin metoda Boysen-Jensen în care este estimată cantitatea

Scanned with OKEN Scanner

de dioxid de carbon utilizat și respectiv produs de către o fitomasă cunoscută. Se realizează apoi convertirea energetică a valorilor obținute.

Desigur că cele prezentate schițează numai principiul metodei. În cercetările recente s-au introdus o serie de modalități de estimare rapidă, fie prin măsurarea automată a unor parametri, fie prin metodele indirecte, utilizîndu-se ecuații și tabele.

Datorită dificultății de măsurare a biomasei și producției fanerofitelor se recurge în acest caz mai ales la metode indirecte. Dealtfel chiar și în cazul metodelor clasice, cum este cea a *arborelui mediu*, se folosea aceeași procedură. În funcție de anumiți parametri ca înălțimea și diametrul trunchiului la o înălțime standard, se estimau valorile medii pentru fiecare criteriu considerat. Se alegea apoi un arbore care corespundea cel mai bine reperelor medii obținute din sondajul statistic. Acest arbore era sacrificat și se măsurau concret toate datele necesare. Fitomasa acestuia se înmulțea apoi cu densitatea arborilor pe unitatea de spațiu corespunzătoare.

Metodele indirecte moderne evită introducerea erorilor suplimentare datorate concretizării mediei, fapt care nu se poate realiza perfect. Se recurge la mai multe categorii de metodologii dintre care ne vom opri asupra a două dintre ele: alometria și calculul în funcție de parametrii mediului.

Grupa *metodelor alometrice* implică dendrometria în paralel a valorilor parametrului de estimat și a unui alt parametru accesibil. Se realizează pe aceste baze o curbă standard care permite ulterior, folosind parametrul accesibil, aprecierea celui căutat. Prezentăm în fig. 56 două astfel de grafice în care greutatea uscată a arborelui (B) este determinată în funcție fie de circumferința trunchiului la înălțimea de 1,30 m, fie de produsul între pătratul diametrului trunchiului la 1,30 m *(D)* și înălțimea sa totală *(H)*. Produsul D^2H se pare că permite estimarea mai precisă a biomasei arborelui prin folosirea mai multor parametri de încadrare.

Dar varietatea relațiilor între *B* (biomasă) și *D*, *H*, pe de altă parte, este mare. Prof. I. Popescu-Zeletin și V. Mocanu (1971), în cercetările efectuate asupra pădurilor podișului Babadag, indică, numai pentru acești parametri, patru tipuri de relații după cum urmează:

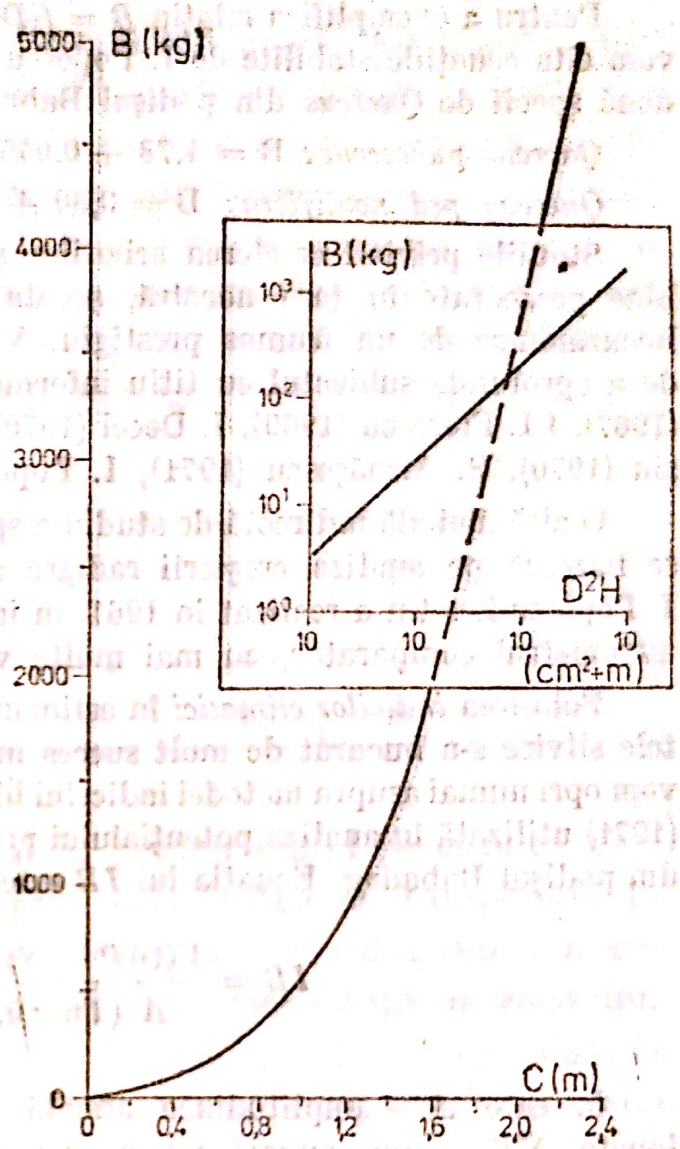


Fig. 56 Relația pentru arborii europeni între circumferința trunchiului *(C)* la înălțimea de 1,30 m și biomasa *(B)*, exprimată ca greutate uscată totală. În medalion: relația $B = f(D^2H)$ pentru pădurile Tailandei, în care D este diametrul trunchiului la înălțimea de 1,30 m, iar H înălțimea arborelui.

$$(1)\quad B = a + b\ D^2$$

$$(2)\quad B = k\ D^b$$

$$(3)\quad B = a + bD^2\ H$$

$$(4)\quad B = K\ (DH)^b$$

în care a, b și k reprezintă constante caracteristici. Comode par a fi relațiile (2) și (4) care se pot lineariza prin logaritmare, ceea ce face posibilă, fără dificultate, aplicarea metodei celor mai mici pătrate.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a exemplifica relația $B = f(D^2H)$ în condițiile țării noastre vom cita ecuațiile stabilite de I. Popescu-Zeletin și V. Mocanu pentru două specii de *Quercus* din podișul Babadag.

Quercus pubescens: $B = 4{,}78 + 0{,}0458\ D^2H$

Quercus pedunculiflora: $B = 3{,}80 + 0{,}0425\ D^2H$

Studiile privind creșterea arborilor și producția de biomasă sînt bine prezentate în țara noastră, școala românească de silvicultură bucurîndu-se de un frumos prestigiu. Vom indica cititorului dornic de a aprofunda subiectul cu titlu informativ, lucrările lui V. Giurgiu (1967), I.I. Florescu (1969), I. Decei (1970), V. Stănescu (1970), D. Tîrziu (1970), S. Armășescu (1971), I. Popescu-Zeletin.

O altă metodă indirectă de studiu a sporului biomasei fanerofitelor se bazează pe analiza creșterii radiare a trunchiului. În acest sens I. Popescu-Zeletin a realizat în 1961 un instrument eficace de măsură, auxometrul comparator, cu mai multe variante ulterioare.

Folosirea *indicilor climatici* în estimarea biomasei produse de plantele silvice s-a bucurat de mult succes în acest domeniu ecologic. Ne vom opri numai asupra metodei indicelui bioclimatic (IB) a lui C. Bîndiu (1971) utilizată în analiza potențialului productiv al plantelor lemnoase din podișul Babadag. Ecuația lui IB este:

$$IB = \frac{V(10P + S + \Sigma T)}{A\ (Tm \cdot 0{,}059)}$$

în care A — amplitudinea anuală între mediile temperaturilor lunare, ΣT — suma anuală a temperaturilor mai mari de zero grade, Tm — temperatura medie anuală (toate valorile termice măsurate în grade Celsius); V — durata sezonului de vegetație în luni, S — grosimea hidrologică utilă a solului în metri, P — suma anuală a precipitațiilor în metri.

Pentru țara noastră autorul indică variații ale valorilor IB între 3 (cîmpie cu vegetație stepică) și 15 (pădurile de molid în zona montană).

Potențialul bioproductiv (Pr) al fanerofitelor este calculat pe baza IB după următoarea ecuație pentru podișul Babadag:

$$Pr = 0{,}75\ IB\ /\ (-\ 0{,}12 + IB^2\ /\ 5{,}85)$$

C. Bîndiu constată o concordanță între datele obținute prin calcul pentru Pr și valorile indicate de către I. Popescu-Zeletin.

Scanned with OKEN Scanner

Prin folosirea unei metodologii variate s-au putut obține suficiente date care permit aprecieri asupra *capacității de producție a plantelor lemnoase.*

Se constată de exemplu că fanerofitele reclamă cantități însemnate de calciu și azot pentru desfășurarea procesului producției primare în condiții corespunzătoare obținerii unei clase superioare productive. În acest sens Ehwald indică următorul necesar ionic, în kg/ha·an pentru o pădure de fag și molid:

	Ca	N	K	Mg	P
Fag	59,0	57,2	47,6	8,5	4,0
Molid	86,6	61,8	21,7	6,7	5,5

Consumul ridicat de calciu pentru molid se explică prin relația acidă a solului și prin necesitatea de tamponare în procesul producției primare. Acest fapt rezultă din concentrarea a 92% din ionii de calciu în frunze față de rădăcini. Pentru fag cerințele sînt ceva mai atenuate, dar se constată similar concentrări calcice sporite foliar în raport de rădăcini (87% față de 13%).

Dependența producției nete de masă lemnoasă față de mărimea aparatului foliar este exprimată de către E. Assmann prin sinteza datelor mai multor autori:

Specia	Vîrsta (ani)	Aparat foliar		Pn	
		B (t)	*S* (ha)	*SB* (t)	*V* (m3)
Frasin	15	2,5	9	3,5	6,9
Stejar	40	1,7	6,2	6,3	11,0
Fag	98	2,8	12,2	5,3	9,4
Molid	65	10,3	13,1	6,4	16,4
Pin Duglas	41	16,9	27,1	16,3	34,0

Scanned with OKEN Scanner

Aparatul foliar este indicat în tabel cu biomasă uscată *(B)* și suprafață *(S)* în timp ce producția primară a materialului lemnos *(Pn)* este prezentată ca spor anual de biomasă *(SB)* și volum realizat *(V)*.

Modul în care se adaugă sau se pierde biomasa rezultată în urma producției mari *(PG)* este prezentat mai jos, cu unele modificări după Moller, Müller și Nielson, sub formă de substanță uscată la hectar pentru o populație de fag în funcție de vîrstă:

Componențe PG (t/ha.an) \ Vîrsta (ani)		10	30	60	90
(a)	Producția mare *(PG)*	15,9	23,2	23,2	20,9
(b)	— Respirație (R)	(7,6)	(9,5)	(10,2)	(9,8)
	— frunze	4,0	4,7	4,7	4,7
	— restul plantei	3,6	4,8	5,5	5,1
(c)	Pierderi biomasă:	(2,7)	(3,9)	(3,9)	(3,9)
	— frunze	2,2	2,7	2,7	2,7
	— ramuri, rădăcini	0,5	1,2	1,2	1,2
(d)	Creștere netă	5,6	9,8	9,1	7,2
(e)	*Pn (c + d)*	8,3	13,7	13,0	11,1
(f)	*Pn/R*	1,09	1,44	1,27	1,13
(g)	creștere/pierderi	0,54	0,73	0,64	0,52

Analizînd silvic componentele pentru *PG*, autorii citați au socotit *Pn* ca fiind reprezentată exclusiv prin creșterea netă *(d)*. Ecologic *Pn* este concretizat însă prin suma sporurilor anuale de biomasă pe unitate de suprafață, adăugînd creșterii nete a arborelui și pierderile de frunze, ramuri, rădăcini.

Din tabel rezultă că, în funcție de vîrstă, fanerofitele manifestă evoluția valorilor *Pn* sub forma unei curbe, în

Scanned with OKEN Scanner

clopot, asimetrică, de tip Poisson cu valoarea maximă deplasată spre tinerețe (distribuție Poisson semnificativă pentru probabilitatea de 95%). Valorile *R* se modifică în funcție de vîrstă după o curbă cu platou existînd diferența unui vîrf mai puțin marcat spre maturitate-senescență. Din acest joc al distribuției valorilor *Pn* și *R* rezultă, în raport cu vîrsta, un randament al producției *Pn/R* dependent de evoluția lui *Pn*. Astfel, fagul din populația citată prezintă ecologic cele mai mari valori excedente ale producției nete la treizeci de ani, simultan cu înregistrarea valorilor maxime *Pn*.

Din punct de vedere economic însă raportul creșteri/pierderi de biomasă este permanent subunitar, fiind favorabil pierderilor. Randamentul maxim, de 73%, se obține tot la vîrsta producției nete maxime. Chiar și în acest caz pierderile de substanță sînt de 1,4 ori mai mari decît sporul prin creștere. Nu este deci o simplă figură de stil ideea randamentelor scăzute ale sistemelor ecologice comparativ cu cele tehnice. Nu ne va mira însă nici posibilitatea de a trăi o eră a ecologiei, de manifestare explozivă întrucît, în contextul general al evoluției umane acestei științe îi revin multe deziderate de împlinit.

ECOLOGIA PRODUCĂTORILOR SECUNDARI SILVICI implică, se pare, o complexitate sporită față de producătorii primari din cauza stratificării acestora din urmă și a specializării consumatorilor.

Pădurea oferă mediu de viață unei mari diversități de specii animale aparținînd tuturor grupurilor terestre. În capitolul anterior au fost prezentate o serie de date orientative privind densitatea și activitatea ecologică a edafobionului. Pentru completarea imaginii ne vom referi în cele ce urmează mai ales la fauna epigee. Este poate necesar să notăm în acest caz rolul important pe care îl joacă artropodele și mai ales insectele în calitate de consumatori direcți sau indirecți ai producției primare.

Insectele, consumatori primari, înregistrate mai mult sau mai puțin ca dăunători silvici, formează

Scanned with OKEN Scanner

poate grupul cel mai bine reprezentat numeric și cu o gamă foarte largă de specializări: consumatori ai frunzelor, sfredelitori ai scoarței la diferite niveluri, consumatori ai semințelor, ai rădăcinilor, etc. Vom da cîteva exemple.

Între insectele consumatori foliari se înscriu o serie de fluturi în stadiul larvar *(Lymantria dispar, Malacosoma neustria, Erannis defoliaria, Operopicra brumaia)* viespii de frunze în același stadiu *(Dipirion pini, Lyda hydrotropica)*, gîndacii de frunze din grupul *Crysomelidae (Agelastica alni, Melasoma populi)*, alte specii de coleoptere cum sînt cărăbușul *(Melolontha melolontha)* și cantarida *(Lytta vesicatoria)*, păduchii de frunze, purecii de frunze, etc. Insectele procesionare manifestă un comportament complex de realizare a unor grupuri de indivizi care, deplasîndu-se în căutare de hrană, respectă o anumită ordine spațială.

Gîndacii de scoarță ai tulpinilor sînt selecționați dintre carii *(Ipidae)* și croitori *(Cerambicidae)*. Trebuie să notăm că, din punct de vedere botanic scoarța sau partea corticală cuprinde atît straturile superficiale moarte, care se exfoliază (ritidomul) cît și cele profunde, pînă la cilindrul central. Ipidele își construiesc galerii la limita dintre ritidom și partea vie. Croitorii pot trăi în aceeași zonă, dar de cele mai multe ori pătrund mai adînc în partea vie. De obicei arborii atacați de carii sau croitori prezintă o vitalitate scăzută.

Semințele, fructele și conurile reprezintă o altă sursă trofică folosită de *Laspeyresia strobilella, Dioryctria abietella, Anobium abietum, Balanius glandium.*

Rădăcinile sînt atacate de larve de cărăbuș de *Elateridae* de coropișniță, ultima mai ales în pepiniere.

Cele prezentate oferă numai un număr restrîns de exemple al specializărilor trofice. Practic însă numărul acestor nișe este mult mai mare. Pentru ilustrare să ne referim numai la consumatorii foliari, dintre care am citat cazurile insectelor defoliatoare și al celor ce se hrănesc prin înțepare. Lor li se adaugă și alte categorii de insecte cu regimuri de

Scanned with OKEN Scanner

hrană diferite așa cum sînt cele miniere în mezofilul foliar și cele galicole. Consumatorii foliari sînt însă gasteropodele și o serie de mamifere vegetariene. Insectele, gasteropodele și mamiferele își manifestă acțiunea de distribuție foliară asupra diferitelor straturi în mod specific, de la coronament la vegetația ierboasă. În fig. 57 încercăm schematizarea regi-

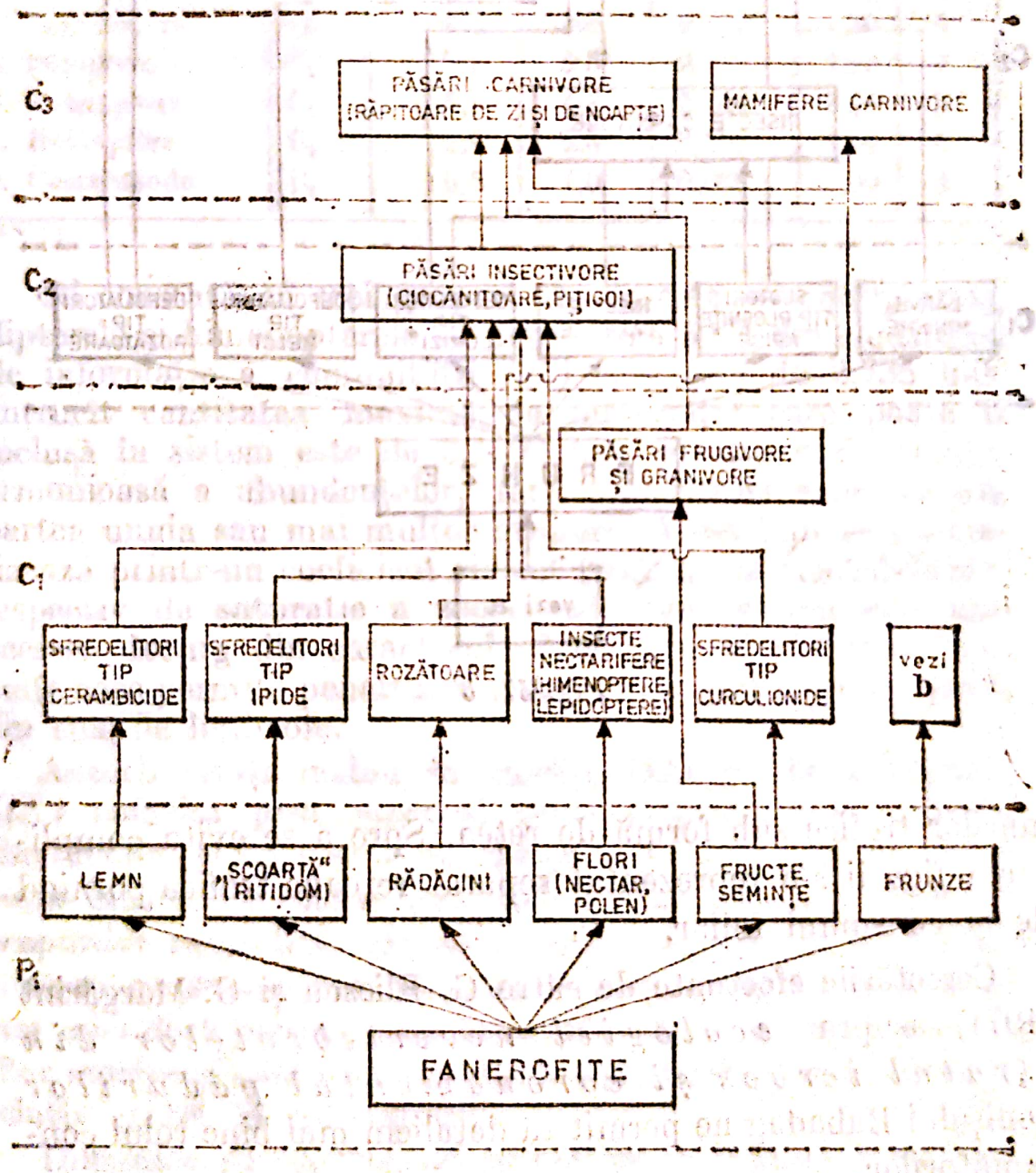


Fig. 57 Lanțurile trofice silvice pornind de la producția primară a plantelor lemnoase (a) și a frunzelor acestora (b).

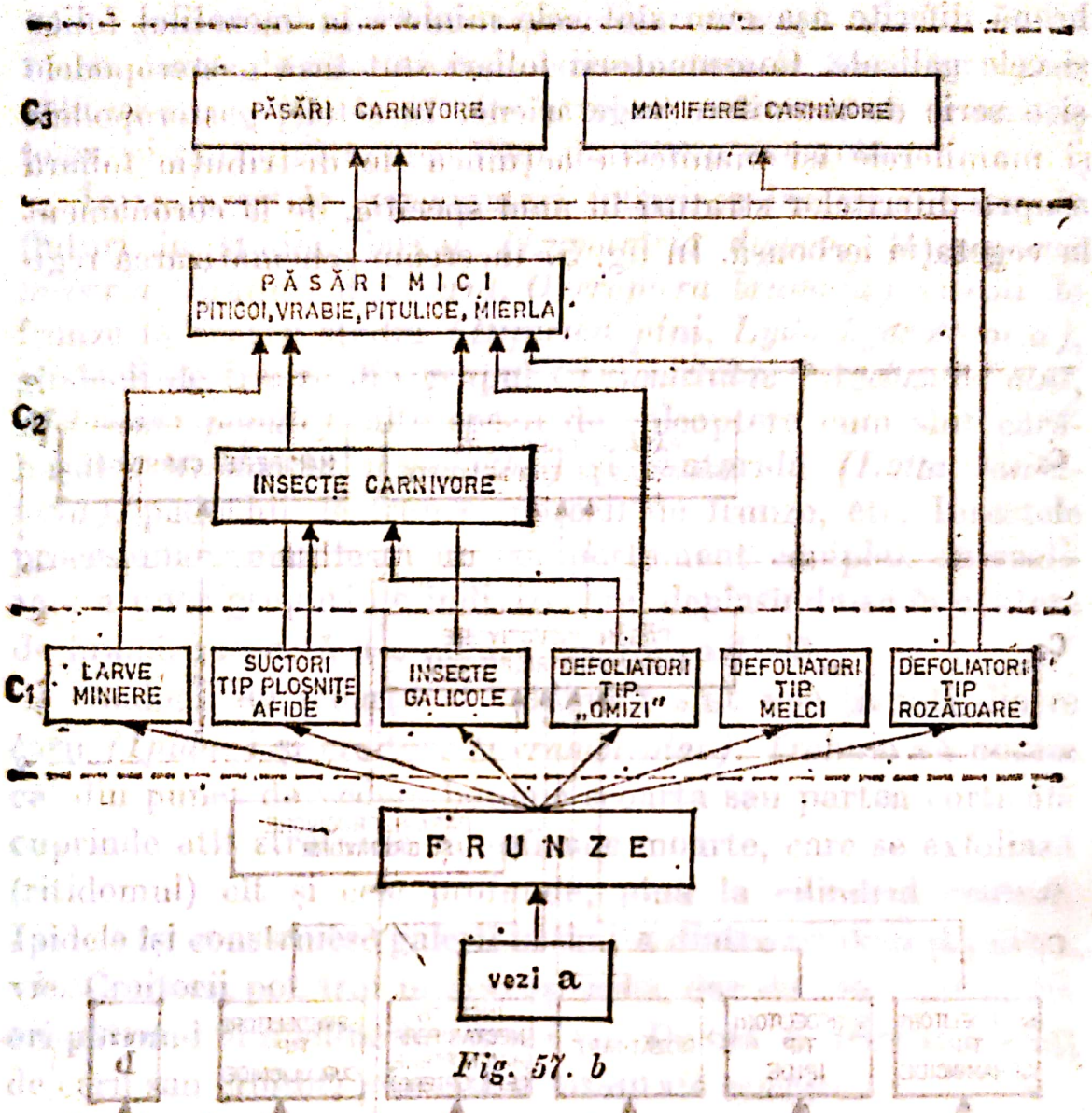


Fig. 57. b

murilor trofice sub formă de rețea. Spre a se evita complicarea figurii s-a reprezentat separat rețeaua trofică pornind de la consumul foliar.

Cercetările efectuate de către G. Eliescu și G. Mărgărint (1971) asupra *ecologiei nevertebratelor din stratul ierbos și coronamentul pădurilor* podișului Babadag ne permit să detaliem mai bine rolul consumatorilor.

Pentru stratul ierbos s-au obținut următoarele abundențe (%) ale principalelor grupuri de nevertebrate:

Grupul	Nivel trofic	Media %	Amplitudinea	*H* (biți)	*I.S.*	Ordine *I.S.*
1. Coleoptere	C_1	24,8	6,7	0,5000	0,27	1
2. Diptere	C_1	18,5	18,2	0,450	1,00	5
3. Himenoptere	C_1+C_2	16,0	4,6	0,423	0,28	2
4. Aranee	C_2	12,3	10,4	0,367	0,84	4
5. Lepidoptere	C_1	8,3	9,8	0,292	1,10	6
6. Ortoptere	C_1	7,1	8,8	0,269	1,20	7
7. Heteroptere	C_1	6,3	4,7	0,244	0,75	3
8. Homoptere	C_1	2,6	2,8	0,152	1,00	5
9. Gasteropode	C_1	0,5	1,0	0,038	2,00	8

Se constată că trei grupuri de insecte — coleopterele, dipterele și himenopterele — dețin circa 50% din cantitatea de informație a comunității *(H)* care este de 2,735 biți. Întrucît cantitatea maximă de informație care poate fi inclusă în sistem este de 3,1699 biți, rezultă o distribuție armonioasă a abundențelor, fără concentrări excesive din partea unuia sau mai multor grupuri. Acest fapt se concretizează printr-un coeficient ridicat (86,2%) de echitabilitate, respectiv de saturație a zoocenozei. Considerăm că toate acestea decurg din caracterul silvo-stepic al pădurilor studiate care permite penetrarea unui număr mai mare de specii din spațiile limitrofe.

Autorii citați includ în analiză indicele de stabilitate *(IS)* calculat prin raportul între amplitudinea variației abundenței pe un număr de ani (practic trei) față de abundența medie. Valorile ridicate indică fluctuații însemnate ale grupurilor respective. Or, se constată, în genere, că *IS* nu depășește valoarea doi; 44% din specii prezintă amplitudini mai mici decît media, ceea ce în ansamblu atestă lipsa ivirilor masive și confirmă concluzia anterioară a unui caracter relativ stabil al comunității.

Dinamica pe anotimpuri atestă că primăvara grupurile mai bine reprezentate sînt coleopterele, dipterele și himenop-

Scanned with OKEN Scanner

terele. Vara se constată creşterea numerică a himenopterelor, dipterelor, homopterelor şi heteropterelor, iar toamna cu abundenţe mai mari se întîlnesc dipterele, himenopterele, araneele şi coleopterele.

Dacă asupra vegetaţiei ierboase autorii nu dau detalii privind diferenţierea comunităţii de nevertebrate în funcţie de asociaţia de plante, acest fapt este compensat în privinţa studiului coronamentului pentru care se prezintă diferenţiat componenţa pentru stejar, tei, carpen şi corn, după cum urmează:

Grupul \ Abundenţă medie	Stejar	Tei	Carpen	Corn
1. Coleoptere	32,4712—1	45,1333—1	54,1000—1	68,0333—1
2. Lepidoptere	14,1286—4	3,7333—5	0,9750—6	0,5333—6
3. Himenoptere	19,7143—3	23,9666—2	22,5000—2	3,2333—5
4. Diptere	1,3857—8	10,9000—3	10,3750—3	14,1000—2
5. Homoptere	2,4000—7	5,5000—4	4,6250—5	3,3666—4
6. Heteroptere	3,1000—6	0,9333—7	0,4750—7	0,3333—7
7. Ortoptere	1,2000—9	0,1000—8	0,1250—8	0,1333—8
8. Aranee	20,5000—2	2,2400—6	5,2500—5	8,6666—3
9. Gasteropode	3,3714—5	0,0000	0,0000	0,0000
Total	98,2700	92,5065	98,4250	98,3997

Din tabel rezultă foarte clar modificarea ponderii grupurilor în funcţie de specia vegetală. În fiecare coloană, după abundenţe s-a notat numărul de ordine ce îl deţin taxoanele respective. Coleopterele predomină în toate cazurile. În ordine se situează himenopterele, pentru coronamentele de tei şi carpen, dipterele, pentru corn şi, interesant, araneele pentru stejar. Abundenţa ridicată a unui grup zoofag atestă o bogăţie trofică deosebită în coronamentul pădurii de stejar.

Dar, preluînd analitic situaţia fiecărui grup în cele patru tipuri de comunităţi, este foarte dificil să discernem cît de diferite sînt una faţă de cealaltă. Îi propunem, deci, cititorului următoarea soluţie: comparînd două cîte două comunităţile să însumeze pentru fiecare taxon cea mai mică valoare a abundenţei sale. De exemplu pentru coronamentele de stejar

Scanned with OKEN Scanner

și tei cea mai mică abundență a coleopterelor este de 32,47%. Dacă se adună cele mai mici abundențe ale taxoanelor se însumează practic valorile comune ambelor zoocenoze. Această sumă va indica deci proporția procentuală a apropierii între comunitățile analizate, deci gradul de similaritudine.

Ideea expusă a modului de studiere a similitudinii dintre două comunități, atît de simplă dar extrem de ingenioasă îi aparține lui O. Renkonen (1938). Deși indicele de similaritudine a lui Renkonen, iR, este cunoscut deci de multă vreme, puțini ecologi îl utilizează renunțînd astfel la o abordare sistemică de întreg în favoarea analizei părților. Desigur că indicii sintetici-comparativi ai comunităților au evoluat mult. Noi ne oprim însă asupra indicelui lui Renkonen, care prin rapiditatea sa de calcul și totodată capacitatea de cuprindere a situației de ansamblu sperăm că a cucerit pe cititor.

Dar, să vedem ce semnificații se pot desprinde pe aceste baze în analiza celor patru tipuri de coronament. Se impune, deci, să comparăm pe bază de iR, comunitățile două cîte două. Cel mai comod mod de realizare a acestui aspect constă în alcătuirea unui tabel, în formă de pătrat, în care să se trasеze tot atîtea coloane și linii cîte comunități intră în analiză. Se notează atît în capetele de coloană cît și pe rînduri numele comunității de analizat, iar în rubricile tabelului, rezultate din întretăierea coloanelor și rîndurilor — valorile iR corespunzătoare.

	Stejar	Tei	Carpen	Corn
Stejar	—	62,97	62,79	49,16
Tei	(4)	—	86,42	65,85
Carpen	(4)	(1)	—	77,32
Corn	(5)	(3)	(2)	—

Un astfel de tabel comparativ este numit *trellis diagram* în lucrările de specialitate, sau *diagramă de intersecție* (*trellis* = zăbrele în engleză).

Scanned with OKEN Scanner

După cum se observă, într-o diagramă de intersecție, sînt trecute trei feluri de valori. În rubricile de întîlnire pentru același tip de comunitate (de exemplu: stejar/stejar) se va obține $iR = 100\%$, deci o identitate maximă, fapt care nu aduce nici o informație, aspectul respectiv fiind previzibil. Valorile acestea sînt deci excluse, ele descriind o diagonală ce împarte tabelul în două părți identice. Într-o jumătate se vor nota valorile iR, iar în cealaltă, simetric, se va înscrie sub o formă oarecare (prin haşururi sau cifre), rangul similitudinii dintre comunități.

În cazul analizat se observă că cea mai mare apropiere se manifestă între zoocenozele din coronamentele de tei și carpen (rang 1, $iR = 86{,}42\%$) și cea mai mică între stejar și corn (rang 5; $iR = 49{,}16\%$).

Folosind aceeași metodă să comparăm gradul de similitudine între zoocenoza din coronament și vegetația ierboasă. Pentru că autorii citați nu au efectuat o analiză a zoocenozei din stratul ierbos în funcție de tipurile de coronamente, vom recurge la abundențele medii ale taxoanelor pentru toate cele patru categorii de fanerofite în comun.

	Col.	Dip.	Him.	Aran.	Lep.	Ort.	Het.	Hom.	Gast.
Coronament	46,1	7,4	18,2	11,6	6,8	0,6	1,6	3,6	1,4
Strat ierbos	24,8	18,5	16,0	12,3	8,3	7,1	6,3	6,3	0,5
Similitudine %	53,8	40,0	87,9	94,3	81,9	8,4	25,4	72,2	35,7
Rang	5	6	2	1	3	9	8	4	7

Valoarea iR dintre cele două zoocenoze, sau comunități animale, este de 71,9%, ceea ce arată o diferență semnificativă între stratul ierbos și coronament. În tabel s-a trecut, de asemeni, procentul similitudinii dintre cele două straturi pentru fiecare taxon în parte. Se constată că, în ordine, asemănarea cea mai mare o prezintă araneele (rang 1), urmînd apoi: himenopterele, lepidopterele, homopterele, coleopterele, dipterele, gasteropodele și oropterele.

Cercetările asupra faunei de litieră din pădurile podișului Babadag, întreprinse de M.A. Ionescu, A. Zamfirescu și F. Niculescu-Burlacu au demonstrat că, din punctul de ve-

Scanned with OKEN Scanner

dere al densității, acarienii și colembolele reprezintă peste 90% din toalul exemplarelor. Asupra ecologiei litierei și solului nu mai insistăm, ele fiind prezentate în capitolul anterior.

Ca urmare a complexității fiecărui strat se poate înțelege dificultatea întocmirii unor imagini de ansamblu privind *rețeaua trofică* și *fluxul energetic prin ecosistemul silvic*.

În privința rețelei trofice, lucrările de ecologie obișnuiesc să prezinte imaginea schematică întocmită de Villee, Walker și Smith (fig. 58), care apelează la organisme mai cunoscute, permițînd ilustrarea mai plastică a relațiilor interspecifice din punctul de vedere al hranei. Se manifestă cel puțin două deficiențe ale schemei citate. În primul rînd producătorii primari sînt restrînși exclusiv la cele două tipuri de fanero-

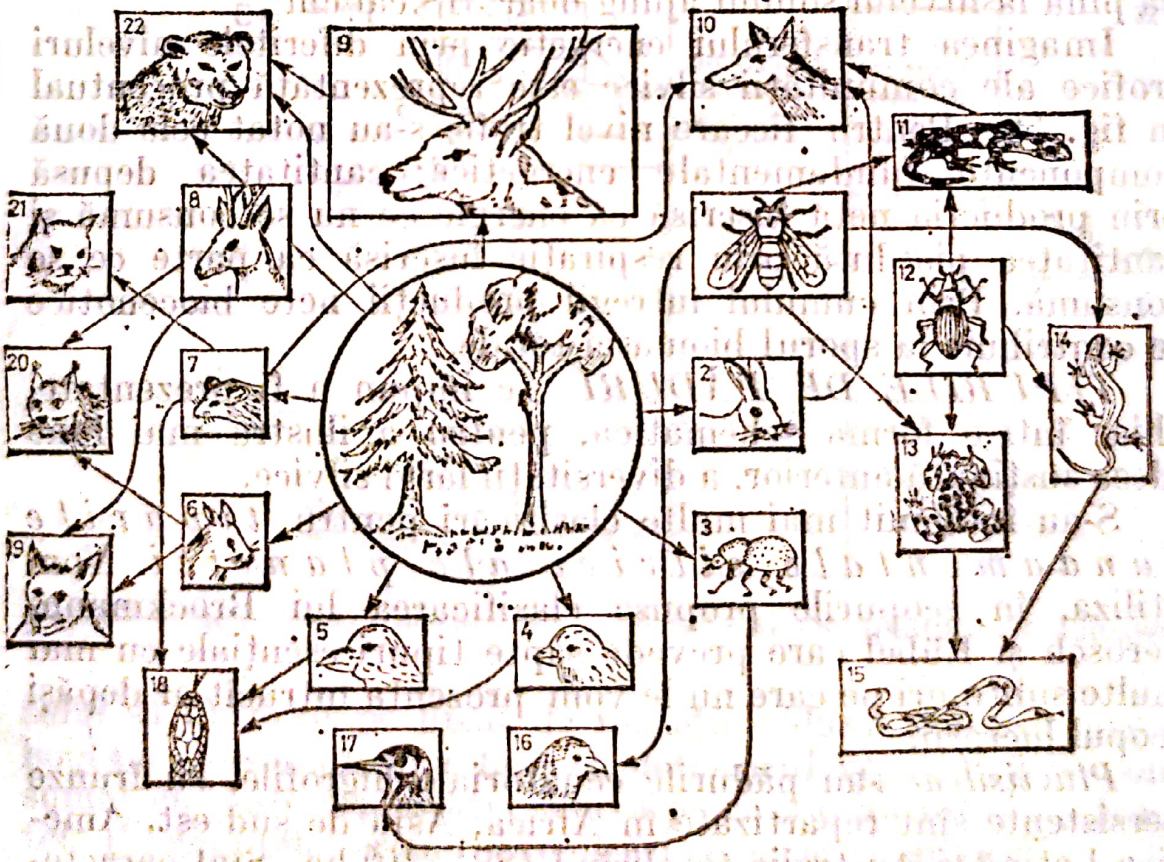


Fig. 58 Exemplu de rețea trofică într-o pădure mixtă: 1 — muscă; 2 — iepure; 3 — gîndacul molidului; 4 — cinteză; 5 — forfecuță; 6 — veveriță; 7 — șoarece de pădure; 8 — căprior; 9 — cerb; 10 — vulpe; 11 — salamandră; 12 — carabid; 13 — buhai de baltă; 14 — șopîrlă comună; 15 — șarpe de alun; 16 — sturz; 17 — ciocănitoare.

fite specifice pădurilor: coniferele și angiospermele lemnoase, lipsind gama largă a vegetației ierboase. În al doilea rînd consumatorii sînt reprezentați predominant prin vertebrate, deși nevertebratele sînt mai bogate numeric și mai importante ecologic pentru ecosistemele silvice. Apoi microorganismele nu sînt ilustrate. Cu toate acestea schema lui Villee, Walker și Smith se bucură de o mare popularitate poate pentru că face mai inteligibilă complexitatea rețelei trofice silvice. Recomandăm cititorului să recurgă în paralel și la datele din fig. 57.

În privința *bilanțului energetic* Galoux (1971) a constatat următoarele pentru o pădure de foioase din Europa vestică. Cantitatea totală de radiație solară incidentă este de 30 341 cal/cm^2 din care 20 387 sînt pierdute prin procese de evapotranspirație, 9 154 cal se pierd sub formă calorică în aer dar producția mare beneficiază de 800 cal/cm^2. De menționat că pînă la nivelul solului ajung doar 318 cal/cm^2.

Imaginea transferului energetic prin diferitele niveluri trofice ale comunității silvice este reprezentată procentual în fig. 59. Pentru fiecare nivel trofic s-au notat cele două componente fundamentale energetice: cantitatea depusă prin producția netă înscrisă ca energie ce nu se consumă și cantitatea pierdută prin respirație înscrisă ca parte ce se consumă. Prin cumulul întregii producții nete biocenotice se contribuie la sporul biomasei totale.

TIPURILE DE PĂDURI se impun a fi prezentate, chiar într-o formă schematică, pentru a ilustra mai bine ideea susținută anterior, a diversității largi silvice.

S-au întocmit mai multe clasificări pentru *tipurile fundamentale silvice ale planetei*. Vom utiliza, în scopurile propuse clasificarea lui Brockmann-Jerosch și Rübel care prevede șapte tipuri esențiale cu mai multe subtipuri pe care nu le vom prezenta întrucît ar depăși scopul lucrării.

Pluviisilvae sau pădurile ecuatoriale higrofile, cu frunze persistente sînt repartizate în Africa, Asia de sud-est, America Latină și Australia totalizînd 488 · 10^6 ha. Sînt caracterizate climatic prin ploi diurne, însumînd anual peste 2 000 mm pe un fond termic de 20—28°C. Fanerofitele își schimbă frunzele treptat, nesincron. Se realizează frecvent trei, dar și 4—5 straturi pentru arborii componenți, ceea ce face ca

Scanned with OKEN Scanner

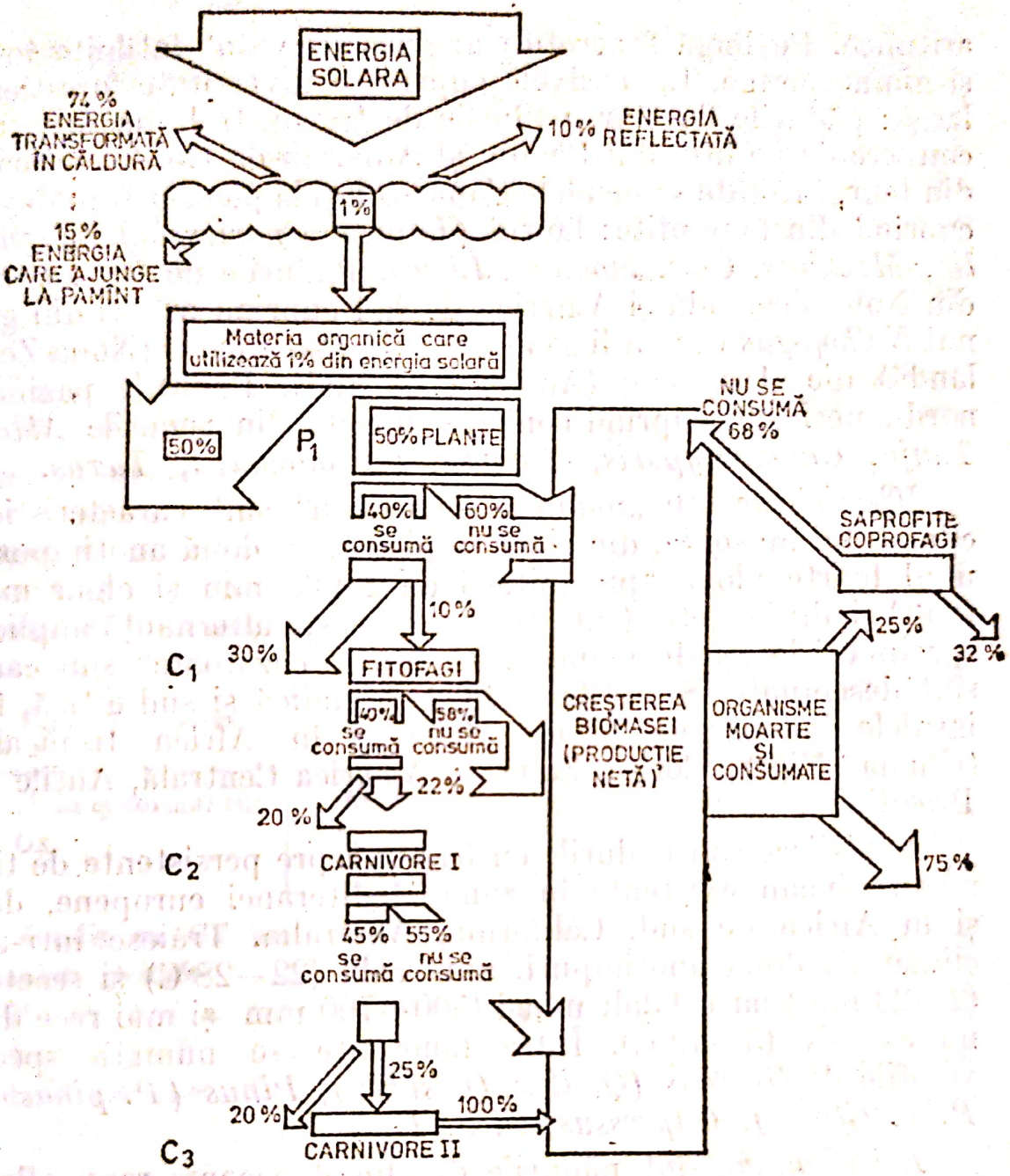


Fig. 59 Fluxul energetic într-un ecosistem silvic (pădure de foioase).

solul să fie aproape lipsit de radiația solară. Diversitatea și bogăția consumatorilor face ca detritusul vegetal să fie consumat cu mare rapiditate, soartă pe care o au totodată fructele și semințele, creind dificultăți regenerării silvice.

Laurisilvae sînt pădurile higrofile de climat cu două anotimpuri, unul ploios și altul secetos. Caracteristice zonelor de influență oceanică, suportă perioadele scurte de uscăciune vernală. Arborii au frunze persistente, cu schimbări foliare

Scanned with OKEN Scanner

aritmice. Pe lîngă fanerofite angiosperme sînt întîlnite însă și gimnosperme. Laurisilvele cuprind o diversitate forestieră largă: pădurile de laur, pădurile de fag austral, pădurile de conifere de pe litoralul Pacific al Americii de Nord. Pădurile din laur, întîlnite în insulele Canare ca și la poalele Himalayei cuprind din fanerofite: laurul *(Laurus canariensis)*, *Magnolia*, *Machilus*, *Cinnamomum*, *Litsea*. Pădurile de fag austral din Noua Zeelandă și America de Sud cuprind arbori din genul *Nothofagus* cărora li se alătură fie *Podocarpus* (Noua Zeelandă) die *Araucaria* (America de Sud). Pădurile pacifice nord-americane cuprind conifere diferite din genurile *Abies*, *Thuja*, *Chamaecyparis*, *Sequoia*, *Cephalotaxus*, *Taxus*.

Hiemisilvae sau „pădurile de muson" sînt caracteristice climatului musonic, din zona tropicală, cu două anotimpuri: unul foarte ploios (precipitații de 2 000 mm și chiar mai mult) și altul secetos (sub 50 mm). Această alternanță implică specificul de „păduri umede cu frunze căzătoare" sub care sînt desemnate. Se întîlnesc în Asia sudică și sud-estică, în insulele indoneziene și ale Malaeziei în Africa tropicală (Ghana, Niger, Congo, Zair), în America Centrală, Antile și Brazilia.

Durisilvae sau pădurile cu frunze aspre persistente de tip mediteranean existente în zona Mediteranei europene, dar și în Africa de sud, California, Australia. Trăiesc într-un climat cu două anotimpuri, unul cald (22—28°C) și secetos (2—23 mm) iar celălalt umed (500—700 mm și mai rece dar nu excesiv (5—12°C). Între fanerofite se numără specii xerofile de *Quercus (Q. ilex, Q. suber)*, *Pinus (P. pinaster, P. maritima)*, *Cupressus*, *Olea*, *Ilex*.

Ericilignosae sînt pădurile de climat oceanic rece, aflate în zona temperată. Se întîlnesc în landele nord-vestului european cît și în sudul Africii și Americii de Sud.

Aestatisilvae sînt pădurile cu frunze căzătoare din zona temperată, caracterizate printr-un sezon estival de producție primară intensă. Tipice sînt deci pădurile de foioase cărora li se adaugă însă și esențe sau păduri rășinoase. Sînt amplasate masiv în emisfera nordică între latitudinile de 30° și 60° și în mică măsură în emisfera australă în Patagonia. Pentru pădurile nordice de foioase specifice sînt două genuri de fanerofite: *Quercus* și *Fagus* care formează stejărete, go-

Scanned with OKEN Scanner

rumete, făgete mai mult sau mai puțin pure. Coparticipativi sînt *Acer*, *Carpinus*, *Frasinus*, *Alnus*, *Betula*, *Populus*.

Aciculisilvae sau pădurile de conifere din climatul rece, alcătuiesc o zonă aproape continuă în emisfera boreală între 50° și 70° latitudine, fiind limitate spre nord prin izoterma de +10° a lunii celei mai calde. Taigaua siberiană include dintre fanerofite pe *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris*, *P. sibirica*, *Picea obovata*, *Larix sibirica*, pădurile de conifere europene pe *Pinus sylvestris*, *Picea excelsa* iar cele americane pe *Abies concolor*, *A. lasiocarpa*, *Picea engelmanni*, *Larix occidentalis*.

Pentru a completa imaginea diversității pădurilor se impune să prezentăm, foarte schematic, *tipurile întîlnite mai frecvent în țara noastră*. Pentru scopul de informare generală a cititorului vom nota tipurile forestiere, sub forma unui tabel după clasificarea lui S. Pașcovski și V. Leandru.

Tipul de pădure	Fanerofite	Pătura vie	Troficitate	Umiditate
1. Molidiș normal cu Ox.	Mo(Br,Fa) / (Pm,Un,Me, Pt)	Sa,Mu,Mș	FB	Ji-Um
2. Molidiș cu Ox pe soluri gleizate	idem	Mu,Um	FB	Um
3. Molidiș derivat cu floră de mull	idem	Mu	FB	Ji
4. Molidiș de mare alt. cu Ox.	Mo(Pm) / Br,Fa	Sa	B	Ji
5. Molidiș cu Ox. pe sol schelet	Mo(Br,Fa) / (Pm,Um,Me, Pt)	Sa	FB	Ji
6. Molidiș cu mușchi	idem	Mș	B	Ji-Um
7. Molidiș cu Vac. și Ox.	Mo / (Fa,Pm, Pi)	—	B	Ji
8. Molidiș de limită cu mușchi	Mo —	Mș	S	Ji
9. Molidiș de limită cu Vac. și Ox.	Mo(Br,Fa) / (Me,Pm,Pi)	—	S	Ji

Scanned with OKEN Scanner

Tipul de pădure	Fanerofite	Pătura vie	Trofici-tate	Umiditate
10. Molidiș cu Vac.	Mo —	Afin.,Mș.	S	Ji
11. Molidiș de limită cu Vac	Mo —	Afin,Mș	FS	Ji
12. Molidiș de limită pe stîncării	Mo(La)	—	FS	Ji
13. Brădet cu floră de mull pe fliș sau coluviuni	Br(Mo) / (Pi,Pm,Mc)	Mu	FB	Ji
14. Brădet normal cu floră de mull	Br(Mo,Fa) / (Pm,Mc,Aa)	Mu	FB	Ji
15. Brădet de producție super. pe soluri gleizate	Br / (Fa,Mc,An, Mo)	Mu	B	Ji-Um
16. Brădet de producție medie pe soluri gleizate	Br. / (Fa,Mc,An, Mo)	Mu	B	Ji-Um
17. Molideto-brădet normal cu floră de mull	Mo, Br,(Fa,) Pm)	Mu	FB	Ji
18. Molideto-brădet cu floră de mull pe soluri gleizate	Mo,Br(Fa, Pm)	Mu	FB	Ji-Um
19. Molideto-brădet pe soluri schelet	Mo, Br(Fa, Pm,Pt)	Mu + Ac	B	Ji
20. Molideto-făget normal cu Ox.	Mo,Fa / (Pm,Br)	Mu + Sa	FB	Ji
21. Molideto-făget nordic cu Ox.	Mo,Fa(Br) / (Pm)	Mu + Sa	B/FB	Ji
22. Molideto-făget cu Lu.	Mo,Fa —	Ac	B/S	Ji
23. Molideto-făget de limită cu Vac. și Ox.	Mo,Fa —	Ac	S	Ji
24. Molideto-făget cu Vac.	Mo,Fa / (Br)	Ac	S	Ji

Tipul de pădure	Fanerofite	Pătura vie	Trofici-tate	Umiditate
25. Amestec normal de răşinoase şi fag cu floră de mull	Mo,Br,Fa,(P, U,La)	Mu	B/FB	Ji
26. Amestec de răşinoase şi fag cu floră de mull pe soluri gleizate	Mo,Br,Fa-	Mu+Um	B/FB	Um
27. Amestec de răşinoase şi fag cu floră de mull, din nordul ţării	Mo,Br,Fa(Pm)	Mu+Sa	B	Ji
28. Amestec de răşinoase cu Fe.	Mo,Br,Fa -	Mi+Sa	B	Re
29. Brădeto-făget normal cu floră de mull	Br,Fa, (Pm) / (An,Ca)	Sa(Mu)	FB	Ji
30. Brădeto-făget cu floră de mull pe soluri scheleto	Br,Fa,(Pm) / (Ca,Fr)	Mu	B	Ji
31. Brădeto-făget *Rubus hirtus*	Br,Fa —	Mu+Sa	B	Ji
32. Brădeto-făget cu Fe	Br,Fa —	Sa+Mu	B	Re
33. Brădeto-făget cu Lu	Br,Fa —	Ac	B/S	ji
34. Făget normal cu floră de mull	Fa(Br,Pm) / (Mo,Um)	Mu	FB	Ji
35. Făget de deal cu floră de mull	Fa(Go,Sp.Ca, Pm,Fr)	Mu	FB	Ji
36. Făget sudic de mare alt. cu floră de mul	Fa(Mo,Br. Pm)	Mu	B/FB	Ji
37. Făget nordic de mare altit. cu floră de mull	Fa(Mo,Br,Pm Um)	Mu	B/FB	Ji
38. Făget montan cu *Rubus hirtus*	Fa(Br) / (Mo,Pm)	Mu,Sa	B/FB	Ji
39. Făget cu Fe.	Fa (Br,Mo, / Ca,Pm)	Sa	S/B	Ji

Scanned with OKEN Scanner

Tipul de pădure	Fanerofite	Pătura vie	Trofici-tate	Umiditate
40. Făget cu Cp.	Fa(Go) (Ca, Me,Um,Pm)	Mu + Sa	B	Ji
41. Făget moant cu Lu.	Fa(Mo,Br) (Pm,Um,Aa)	Sa	S/B	Ji
42. Făget de deal cu floră acidofilă	(Fa(Go) (Ca, Me,T)	Sa	S/B	Ji
43. Făget de limită cu floră de mull	Fa(Mo) (Br, Pm)	Mu	B	Ji
44. Făget montan cu Vac.	Fa(Mo,Me)	Ac	S	Ji
45. Făgeto-carpinet cu floră de mull	Fa,Ca(Go,Me, U,Pc,Ju,T) .	Mu FB	B/FB	Ji
46. Făgeto-cărpinet cu floră de mull și Ca.	Fa,Ca-	Mu B	FB	Ji
47. Gorunet cu Ca.	Go(Sp,Fa,Ca, T)	Sa + Mu	B/FB	Ji
48. Gorunet normal cu floră de mull	GO(Sp,Fa,Ca, Um,Pn,Ju)	Mu	B	Re
49. Gorunet de coastă cu Lu.	Go(Fa,Ca, Um,Ju,T)	Sa + Mu	FB	Ji
50. Gorunet de platou pe sol greu	Go —	Sa	B	UM/Us
51. Sleau de cîmpie	Sp,Ca(Ju,U, Ar,Pc)	Mu	S	Ji
52. Cereoșleau	T,Fr,Ca,U,Ju	Mu Xe	M	Re
53. Stejăret de terasă	St (U,Ju)	—	S	Re
54. Sleau de deal	Go(T,Ca,Fr, U,Pc)/(Fa)	Mu	M	Re
55. Stejăret de platou cu *Quercus pubescens*	Sf(Ce,Gi)	Xe	S	Us
56. Stejăret brumăriu	Sb(Ce,Gi)	Sa		Re
57. Ceret de cîmpie	Ce(Gi,Sf,Sp.)	Sa		Us

Scanned with OKEN Scanner

Tipul de pădure	Fanerofite	Pătura vie	Trofici-tate	Umiditate
58. Gîrnețele	Gî(Ce,Sp,Sf)	Sa	M	Re
59. Zăvoaie de salcie	Sa,An(Pn)	—	B	Ud
60. Zăvoaie de plop	P(Sa)	—	B	Ji/Ud
61. Aninișuri	An(Fr,U)	—	B	Ji
62. Stejăret de luncă	Sp —	—	B	Re
63. Sleau de luncă	Sp(U,Ca,Fi,T)	Sa	B	Ji

În tabel s-au notat fanerofitele principale și de amestec prescurtat după cum urmează: Mo-molid, Br-brad, La-larice, Pi-pin silvestru, Fa-fag, Sb-stejar brumăriu, Sp.-stejar pedunculat, Sf-stejar pufos, St.-stejar, Go-gorun, Gî-gîrniță, Ce-cer, Ca-carpen, Me-mesteacăn, Aa-anin alb, An-anin negru, Pn-plop negru, Pt-plop tremurător, U-ulm, Um-ulm montan, T-tei, Pm-paltin de munte, Pc-paltin de cîmpie, Ju-jugastru, Ar-arțar, Fr-frasin, Sa-salcie. Speciile caracteristice parterului ierbos, prezente în exclusivitate sînt: Ox-*Oxalis acetosella*, Vac. — *Vaccinium myrtilus*, Lu-*Lusula albida*, Ca-*Carex pilosa*, Fe-*Festuca silvatica*. Speciile au fost prezentate în ordinea abundenței lor: în afara parantezei — speciile principale, care dau nota caracteristică pădurii, în paranteza ce urmează — speciile de amestec care conferă nuanțarea tipului silvic, în paranteza de la numitor (dacă există) — speciile de amestec mai puțin importante, care apar mai rar. Liniuța după speciile principale indică pentru majoritatea cazurilor, lipsa speciilor de amestec.

Prin *pătura vie* s-a desemnat sintetic vegetația ierboasă și stratul inferior format din mușchi, licheni, numit *patoma*. S-au folosit următoarele specificații repetate prin speciile indicatoare ale parterului: Ac-vegetație acidofilă, Mș-mușchi, Mu-asociație de mull, Sa-vegetație stalb acidofilă, Um-asociație de locuri umede, Xe-vegetație xerofită.

În cea de-a patra coloană s-au notat caracteristicile privind troficitatea solului: FB-soluri f. bogate (megatrofe), B-bogate (mezomegatrofe), S-sărace (oligomezotrofe), FS-foarte sărace (oligotrofe).

Scanned with OKEN Scanner

Ultima coloană prezintă specificul hidric al pădurilor analizate după următoarea clasificare: Us-uscat, Re-reavăn, Ji-jilav, Um-umed Ud-ud.

Complexitatea problemelor impuse de ecologia silvică nu ne permite să intrăm în detalii fără să îl reținem mai mult pe cititor în acest domeniu în defavoarea ilustrării altor aspecte. Pentru detalieri recomandăm tratatul de silvicultură elaborat de E.G. Negulescu, I.I. Florescu și D. Tîrziu (1973), monografia privind cercetările ecologice din podișul Babadag sub redacția I. Popescu Zeletin (1971) și volumul „Probleme de ecologie terestră" sub redacția R. Codreanu (1978).

Scanned with OKEN Scanner

ECOSISTEME SUBTERANE

Domeniul subteran sau *hipogeu* a atras de multă vreme curiozitatea diferitelor categorii de exploratori. Similar cunoașterii oricărui mediu de viață se întrunesc aspecte foarte deosebite dispersate într-o multitudine de științe geologice, hidrologice, climatice, biologice. În cunoașterea vieții încercările de studii faunistice, adaptative și ecologice și-au găsit posibilitatea de a fi reunite într-un program unitar de cercetare împreună cu aspectele datorate mediului particular de viață cavernicol în admirabilul „Eseu asupra problemelor biospeologice" din 1907, pe care îl datorăm lui Emil Racoviță. Prin lucrarea sa nu s-a creionat o simplă imagine sintetică pe baza datelor cumulate de domenii mai mult sau mai puțin apropiate, ci s-au fundamentat direcțiile de dezvoltare ale unei noi științe concretizînd eforturile efervescente ale evoluționismului și ecologiei de la începutul secolului nostru de a descifra corelația între factorii biotici și abiotici ai unui complex natural.

TIPURILE DE MEDII SUBTERANE reprezintă, contrar aparenței de simplitate a problemei, o diversitate extrem de largă (fig. 60). În principiu se pot distinge șapte clase:

Endogeul, reprezentat de edafon asupra căruia ne-am oprit în capitolul privind ecologia solului.

Microcavernele — cavități săpate de obicei în endogeu, dar și mai profund, de către organisme din categoria megaedafobionului. Aceste spații sînt apoi populate de asociații de organisme mici, fungi, acarieni, insecte, creîndu-se adevărate comunități;

Cavitățile artificiale, datorate mai ales activității umane de minerit sau de forat, au drept rezultat formarea de spații subterane în care se instalează organisme to-

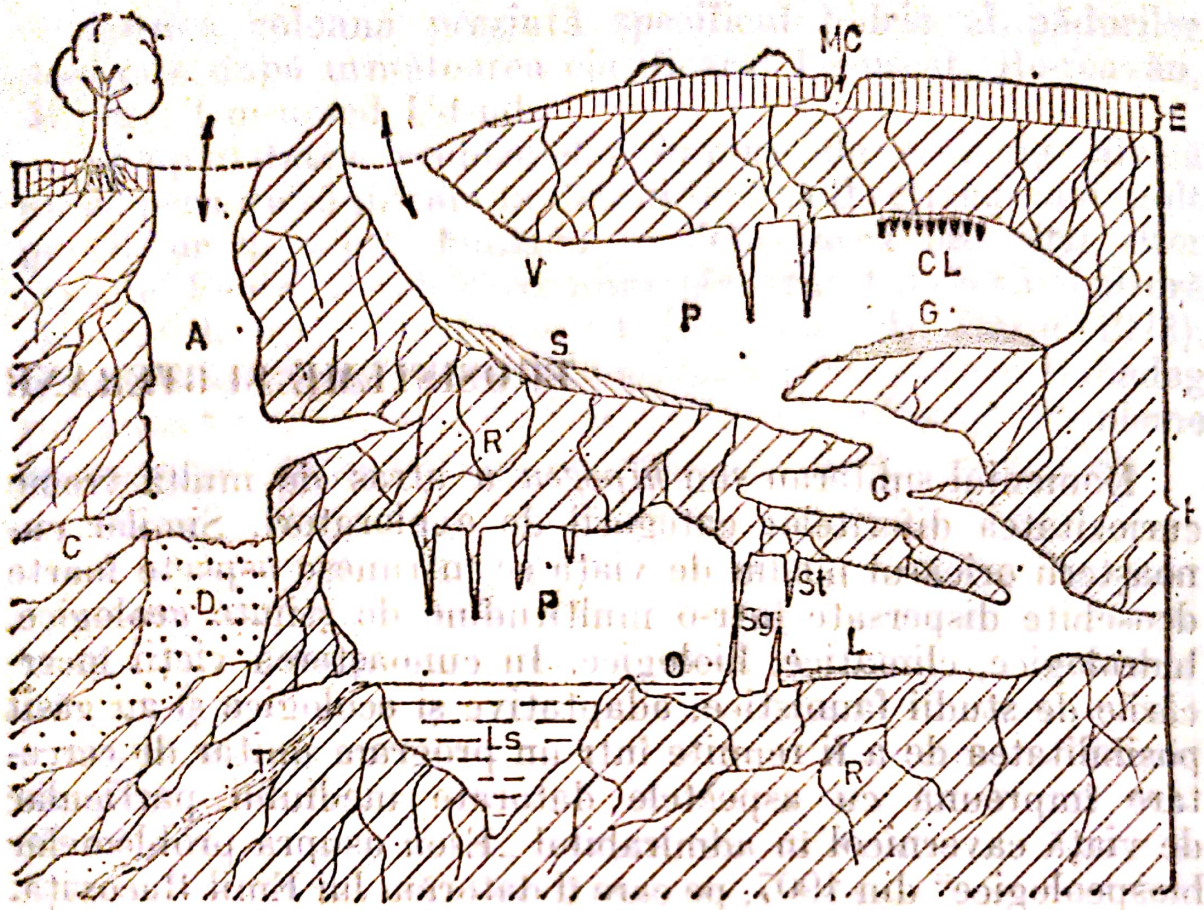


Fig. 60 Varietatea biotopurilor endogee și hipogee; *E* — mediu edafic (endogen); *MC* — microcaverne; *H* — hipogeu; *R* — rețeaua de fisuri inaccesibile; *P* — peșteri; *i* — zonă de intrare; *A* — aven; *D* — depozit de aven; *V* — vestibulum; *S* — depozit de sol și detritus din zona vestibulară; *CL* — colonie de lilieci; *G* — depozit de guano; *L* — depozit de limon; *St* — stalactite; *Sg* — stalagmite; *C* — culuar de legătură; *LS* — lac subteran; *O* — ochi de apă; *T* — torent.

lerante, alcătuind comunități mai mult sau mai puțin stabile, dispuse după principiul zonării comunităților cavernicole.

Rețeaua inaccesibilă a fisurilor ce se desemnează de obicei într-un fundament carstic, capabil de a se fisura prin activitatea de disoluție datorată apei și componentelor sale. Spațiile create, de dimensiuni inaccesibile omului, reprezintă în totalitate suprafețe nebănuit de mari. Este o rețea de legătură între endogeu și spațiile peșterilor, ca și între peșteri de niveluri diferite ca adîncime. Prin ea circulă gravitațional apa de precipitații care aduce din endogen și de la suprafață particule de sol, detritus vegetal sau particule minerale fine. Aceasta este una dintre căile de

Scanned with OKEN Scanner

import de producție primară epigee (supraterană) pentru spațiile cavernicole. Totodată în rețeaua de fisuri fine se reține atît particule organice, cît și apă sau argile creîndu-se biotopuri extrem de diferențiate. La începutul secolului E. Racoviță bănuia că bogăția faunistică a rețelei de fisuri o întrece pe cea a peșterilor. Acest fapt s-a confirmat treptat prin cercetările recente de capturare a organismelor animale prin capcane cu hrană la deschiderea spre spațiul cavernicol a fisurilor. S-a constatat pe această cale că organisme găsite în număr redus, de 1—2 exemplare, în peșteri sînt captate în număr mare ieșind din fisuri.

Peșterile sînt spații mai mult sau mai puțin largi, săpate de obicei în carst, la rîndul lor cu o diferențiere și compartimentare a biotopurilor. Se citează în principiu trei zone: *vestibulară*, *intermediară* și *profundă*.

Zona vestibulară este concretizată prin spațiul de intrare în peșteră, reprezentat fie prin avene sau coborîri mai mult sau mai puțin verticale, fie prin coridoare cu pante mai line. Zona vestibulară este imperfect definită prin spațiul influențelor directe și perceptibile al exteriorului atît prin variațiile climatice, prin depozitare de materiale, epigee (sol, roci), prin penetrarea luminii solare într-o anumită proporție cît și prin intrări de organisme din comunitățile epigee adiacente. Pentru ecolog această zonă caracterizează imperfect peștera, încadrîndu-se în efectul de ecoton.

Zona intermediară, de atenuare treptată a influențelor externe, reprezintă un complex ecologic de selecție al organismelor epigee ce pătrund în peșteri. Se constată, deci, biotic și abiotic, încă un efect de ecoton care se reduce mai mult sau mai puțin lent. Pentru delimitarea caracteristicilor de ecoton ale zonelor citate speologul trebuie să cunoască perfect mediul și comunitățile profunde și să studieze prin probe echidistante gradul de îndepărtare spre exterior al complexelor ecologice abordate. Deși limite certe și stabile nu se pot trasa, din cauza variației amplitudinii penetrărilor externe în timp, se pot constitui indici de urmărire și desemnare al gradului de interferență epigeu — cavernicol.

Zona profundă prezintă ca specific lipsa oricărei radiații solare, organizarea unui microclimat propriu și ca urmare, diversificarea unor comunități cu organisme specific cavernicole.

Scanned with OKEN Scanner

Hiporeicul a fost denumit astfel de către Tr. Orghidan (1955), pentru a desemna pînza de apă ce impregnează substratul unui curs acvatic epigeu (fig. 61). În traducere, hiporeic înseamnă „sub rîu" (*hippos* = sub, *rheos* = rîu). Este o pînză freatică superficială, cu caractere ecologice și hidrologice deosebite, aflată în directă legătură cu apa curgătoare. Nu sînt luate în considerație continuările pînzei ce ies din zona patului albiei și care prezintă caracteristicile freaticului propriu-zis.

Freaticul este reprezentat prin pînzele acvatice superficiale ce impregnează straturile interfluviilor iar în patul albiei se află sub hiporeic. Ele sînt intersectate prin forare în construcția de fîntîni. Acest mediu a fost desemnat de E. Racoviță în clasificarea sa a domeniului subteran din 1907.

SISTEMUL FREATIC a atras de multă vreme atenția cercetătorilor. Pe la 1880 zoologul ceh Fr. Vejdovsky își confecționase un fileu planctonic din pînză foarte fină iar conul fileului, terminat cu o greutate, păstra pînza întinsă. Vejdovski a explorat cu acest instrument mai multe fîntîni din Praga veche, descoperind cu această ocazie un crustaceu necunoscut pe care l-a numit *Bathynella natans*. S-a dovedit ulterior a fi reprezentantul în viață al grupului sincaridelor

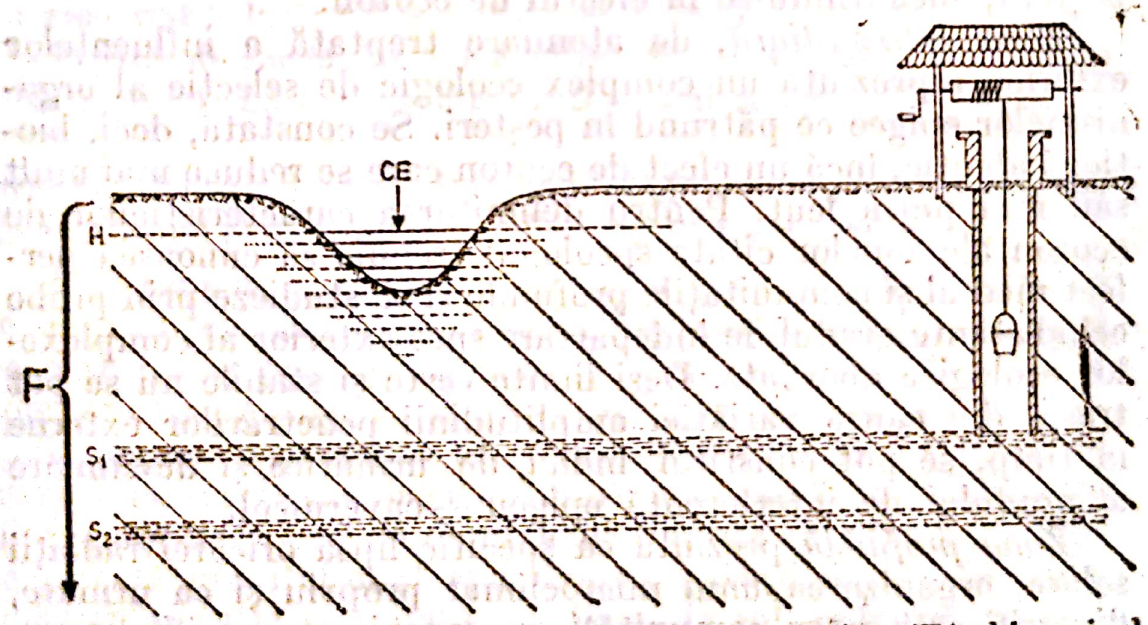


Fig. 61 Cursul acvatic epigeu *(CE)* și mediile freatice *(F)*: hiporeicul *(H)* și pînzele subterane (S_1—S_2).

Scanned with OKEN Scanner

din care au început să se găsească și alte forme în apele freatice. P.A. Chappuis a găsit batinelide în apa de conductă a orașului Cluj, cît și în freaticul limitrof (1932). Între cercetările ulterioare un loc deosebit pentru freatobiologie îl ocupă monografia asupra părții centrale a Cîmpiei Române elaborată, în 1962, de către C. Motaș și colaboratori cu o largă participare de specialiști pentru determinarea materialului floristic și faunistic.

Odată cu creșterea amploarei cercetărilor metodele de investigație s-au diversificat. Citățm trei categorii mai importante.

Metoda Karaman-Chappuis, aplicată mai ales în explorarea hiporeicului, constă în săparea unei gropi pe malul apei curgătoare de explorat. Aflată sub nivelul hiporeic în groapă se adună apă din pînză intersectată, care se filtrează printr-un fileu cu ochiuri mici.

Freaticul se explorează și prin *foraje*, iar acolo unde stratul ajunge la zi, se studiază *izvorul*. Ținînd seama de densitatea redusă a organismelor din freatic, se impune filtrarea unor volume mari de apă în toate cazurile. Excepție fac într-o oarecare măsură fîntînile prin relația mai directă cu epigeul, ceea ce asigură o probabilitate sporită în obținerea de resurse trofice ceva mai bogate decît în alte cazuri. Dar aceasta înseamnă totodată și posibilitatea contaminării cu organisme nespecifice.

Utilizînd toate modalitățile indicate, C. Motaș și colaboratorii săi au identificat pentru zona centrală a Cîmpiei Române o serie de elemente interesante. În primul rînd s-a constatat prin foraje de mare adîncime, că pînzele de apă sub 100 m nu conțin organisme vii. La adîncimi de 20 m, densitatea este în genere scăzută: cîteva exemplare de ciclopide la 20 000 l apă filtrată. Studiind apa de conductă a orașului București, în comparație cu apa filtrată din foraje s-au putut separa următoarele categorii de organisme după proveniență:

a) forme care se dezvoltă în nisipul filtrelor ca *Microcyclops planus* și *Lobohalacarus weberi* și sînt apoi antrenate de apă în conducte;

b) forme care provin din pînza freatică cum sînt: *Nitocrella hieta bucurestiensis*, *N. kosswigi*, *Bathynella natans*.

Acest amestec de forme este datorat faptului că orașul București este alimentat cu apă din freatic, prin forajele de

la Ulmi și Bragadiru, cît și din Dîmbovița a cărei apă este preluată dintr-o zonă mult în amonte de oraș și trecută prin instalații de decantare și filtrare. Apa freatică, provenind de la adîncimi în jur de 20 m, curată, se introduce direct în alimentarea orașului.

Straturile freatice, aflate la adîncimi mai mici de 20 m, au fost studiate prin filtrarea apei izvoarelor. S-au găsit multe specii de proveniență epigee care pătrund ușor pînă în freaticul superior. Grupurile sînt: nematode, gordiacee, rotifere, briozoare, cladoceri, capepode, tardigrade, ostracode, hidracarieni, insecte. Dintre formele freatice se citează oligochete *(Haplotaxis gordioides Enchytraeus-argenteus)*, ciclopide *(Diacyclops languidoides)*, harpacticide *(Nitocrella hirta bucurestiensis)*, amfipode *(Niphargus jovanovici)*, izopode *(Asellus basnosanui)*.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE ECOSISTEMULUI CAVERNICOL au format obiectul studiului mai multor cercetători mai ales după anul 1960. Au realizat sinteze: A. Vandel (1964), V. Decu și R. Ginet (1971, 1977), Cl. Delamare-Deboutteville (1971). Vom condensa prezentarea sub forma schițării trăsăturilor fundamentale ale ecosistemelor hipogee.

Existența unor *factori de barieră* datorați lipsei luminii, a umidității în genere ridicate și a temperaturii scăzute. Unele peșteri (cum este, de exemplu, „Peștera lui Adam") suferind influențe geotermice, care permit ridicarea temperaturii, prezintă corelativ o umiditate foarte ridicată a aerului. În genere peșterile din Europa temperată înregistrează valori de 8—12°C. Acestea sînt influențate invers proporțional de către altitudine.

Factorii abiotici prezintă mai ales în zona profundă a peșterii o *constanță ridicată*. Diversitatea speologică este însă greu de prins într-o singură afirmație. Se impune să remarcăm că aspectul citat se poate întîlni mai ales în cazul peșterilor bine compartimentate și cu un număr redus de deschideri restrîns într-o singură parte, ceea ce permite evidențierea unei zone profunde netulburate de circulația aerului. Acesta este cazul *peșterilor statice* căruia i se adaugă un al doilea, cel al *peșterilor dinamice*. Ele sînt caracterizate printr-o morfologie specifică (deschideri largi, amplasate pe traseul culoarelor, compartimentări puțin impor-

tante etc.) care permite o circulație intensă a aerului. În aceste condiții constanța factorilor climatici ai peșterii nu mai este menținută, diferențele în raport cu exteriorul fiind direct proporționale cu intensitatea circulației și invers proporționale cu lungimea peșterii între punctele de intrare și ieșire.

În principiu obscuritatea continuă în zonele profunde reprezentînd un caracter a cărui constanță nu este tulburată, implică pentru organisme aritmie nictemerală. Cercetările lui R. Ginet (1960) asupra lui *Niphargus*, un amfipod cavernicol au arătat că activitățile sale motrice sînt constante indiferent de oră în timp ce ruda sa epigee, *Gammarus* prezintă diferențe marcante între zi și noapte. Müller și Kurech (1967), care au studiat populații de *Niphargus* din izvoare, influențate deci de ritmul nictemeral al luminii, constată că indivizii constituenți manifestă motilități diferite între zi și noapte similar celor de *Gammarus* epigeu. Adică numărul maxim de deplasări se realizează noaptea.

Lipsa producătorilor primari fotosintetizanți și prezența în număr insuficient a bacteriilor chemosintetizante (genurile *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*) implică două aspecte corelate din punct de vedere trofic. Pe de o parte — resurse nutritive sărace în raport cu ecosistemele epigee. Acestea sînt asigurate printr-un import direct sau indirect de producție primară epigee. Pe de altă parte importul, reprezentat prin detritus organic a impus consumatorilor primari specificul detritivor. Piramida trofică este deci incompletă, lipsind în principiu producătorii primari. Se caracterizează totodată prin reducerea numărului de nivele de obicei la două: primul — detritofagi, cel de al doilea — zoofagi. Sărăcia trofică se reflectă și prin reducerea biomasei zoofagilor.

Dependența trofică epigee este extrem de bine marcată prin importul direct sau indirect de materie organică datorată producției primare și secundare epigee.

Se citează șase categorii mai importante de resurse trofice cavernicole: detritusul epigeu, guanoul, limonul, mondmilch-ul, cadavrele organismelor cavernicole și aeroplanetonul.

Detritusul epigeu este format din resturi vegetale (particule de frunze, lemn putred, fragmente radiculare), particule de humus, argilă etc. El este spălat de apa precipitațiilor și

purtat prin rețeaua de fisuri pînă în spațiul hipogeu al peșterilor. În unele cazuri cînd plafonul peșterii este subțire prin el pot pătrunde unele rădăcini ale fanerofitelor canalizînd în lungul lor apa iluvială și sol.

Guanoul, alcătuit din ploaia de excremente a liliecilor, în situația cînd aceștia există în peșteri, reprezintă un important aport organic. Cu excepția zonelor tropicale unde există și forme vegetariene, liliecii sînt insectivore crepusculare și nocturne. Hrana lor provine deci din producția secundară a ecosistemelor epigee din care o parte importantă este nedigerată (piesele chitinoase ale insectelor împreună cu fragmente criptice de mușchi sau alte țesuturi) fiind eliminată. I se adaugă particule de hrană scăpate bucal de chiroptere.

Mondmilch-ul reprezintă carbonat de calciu criptocristalin și coloidal, prin îmbogățirea sa bacteriană oferind o altă resursă trofică. În acest caz se poate observa importanța bacteriilor chemosintetizante care, deși întrunesc o biomasă restrînsă, ridică mult valoarea energetică a mondmilch-ului. Pe seama lor, ca a aeroplanctonului, detritusului și cadavrelor la care se adaugă colonii fungice, valoarea trofică a mondmilch-ului crește suficient pentru a forma o sursă nutritivă esențială.

La cele notate anterior se adaugă *cadavrele organismelor* ca și *bacteriile* purtate de curenți, reprezentînd aeroplanctonul.

Limonul este un sediment argilos îmbogățit organic mai ales prin populații microorganisme protozoare, ciuperci și alge. El se găsește de obicei în bazinele cu apă din peșteri, fiind locuit de amfipodul subteran *Niphargus*, care sapă canale în acest substrat și pe care îl consumă totodată. Sărăcia energetică a limonului a impus amfipodelor hipogee o reducție de 8—14 ori a deplasărilor în raport cu *Gammarus*, ruda sa epigee.

Se observă deci că cea mai mare parte dintre resursele trofice menționate pentru ecosistemele hipogee, sînt datorate direct sau indirect importului epigeu.

Diversitatea biotopurilor. Se citează nouă tipuri fundamentale de biotopuri cărora le corespund comunități caracteristice. Dintre acestea, cinci sînt terestre și patru acvatice.

Biotopul parietal reprezentat de pereții și tavanul peșterilor, populat în mare măsură de organisme migrante, care își petrec aici o parte din ciclu, mai ales diapauza. Este vorba de specii de insecte diptere, lepidoptere, trichoptere, himenoptere, coleoptere care pătrund în zona vestibulară și intermediară cel mult, dar nu populează zona profundă. Aceasta din urmă prezintă o comunitate proprie formată din gasteropode, araneide, pseudoscorpioni, miriapode și coleoptere specifice. În multe cazuri cînd prin rețeaua de fisuri se produce umezirea și alimentarea cu detritus și sol, se formează populații de ciuperci și microorganisme, creînd posibilitatea dezvoltării protozoarelor, nematodelor, rotiferelor, tardigradelor, oligochetelor.

Biotopul edafic vestibular se formează prin aport de sol, humus, detritus exterior în zona de intrare a peșterilor. Se dezvoltă o faună de ecoton cu majoritatea elementelor specifice edafice, din grupuri ca: nematode, oligochete, arahnide, miriapode, insecte.

Biotopul depozitelor externe din avene sînt datorate acumulării de material grosier sau fin de factură minerală și organică în proporții diferite, reflectînd specificul ecosistemelor limitrofe. Comunitatea care se formează este relativ accidentală și instabilă, multe elemente fiind aduse pasiv din exterior. În situația unor avene adînci cu continuitate largă față de zona vestibulară, populațiile acesteia se extind fructificînd resursele trofice.

Biotopul planșeelor profunde, caracterizate prin acumulări argiloase specifice și fantelor, cuprinde comunități alcătuite din populații adaptate la mediul cavernicol.

Biotopul guanoului, specific peșterilor populate de lilieci, este întîlnit pe planșeele fără cursuri sau acumulări de apă, care permit formarea depozitului respectiv. Consumatorii de ordinul unu sînt coprofage (guanofage). Fauna dominantă este formată din acarieni, colembole, coleoptere, oligochete, miriapode. Dinamica populațiilor este legată de prezența și absența chiropterelor, respectiv de o anumită calitate a guanoului.

Biotopul ochiurilor de apă stagnantă pe sediment argilos este relativ nesigur, prin caracterul temporar al acumulării de apă și sărac energetic prin substrat. Sînt prezente puține forme, de tipul crustaceului amfipod *Niphargus*.

Scanned with OKEN Scanner

Biotopul acumulărilor de apă stagnantă, tapisată cu argilă mondmilch sau limon, permit instalarea unei diversități mai mari și mai stabile de populații dintre bacterii, fungi, protozoare, turbelaritate, nematozi, oligochete, copepode, amfipode, izopode, utilizînd ca mediu de viață, fie apa, fie chiar substratul. Tipice sînt populațiile de *Niphargus* ai căror indivizi sapă galerii în limon pe care îl consumă totodată împreună cu puțina biomasă oferită de microorganisme.

Biotopul lacurilor subterane este caracterizat prin existența unui curent slab care impune un regim cvasi lotic zonelor expuse. Apa se pierde ades prin infiltrație sau scurgere lentă de suprafață. Se creează astfel o diversificare a biotopului, implicînd mase de apă pe un pat nisipos cu posibile zone de acumulare pentru sedimentele fine. Se vor întîlni astfel forme planctonice, bentonice și, pentru unele peșteri, nectonice (pești, amfibieni).

Biotopul căderilor de apă, torenților și rîurilor subterane este în mică măsură locuit.

Rețeaua trofică se caracterizează prin reducerea nivelelor trofice la consumatorii primari, secundari și descompunători, considerînd că producătorii primari chemosintetizanți, cu tot rolul lor extrem de important, sînt neglijabili numeric și ca biomasă. Totodată consumatorii primari prezintă o serie de specializări trofice bazate în genere pe consumul unei producții primare indirecte și sărace ca, de exemplu, regimul *detritivor*, sau consumatori de detritus, *coprofag* și *guanofag* sau consumator de dejecții animale, *limnivor* sau consumator de *limon*, *fungivor* sau consumator al coloniilor de ciuperci etc.

Se prezintă de către V. Decu și R. Ginet (1971, 1977) două imagini schematice pentru rețelele trofice cavernicole terestre și acvatice (fig. 62). Cu toată această separare didactică, cele două rețele trofice sînt integrate atît prin dependența comună ce aceleași resurse nutritive primare pentru consumatori cît și prin contribuția în comun la același fond trofic. Astfel exemplare de plancton sau bentos filtrate prin rețeaua de fisuri sînt captate de organisme terestre detritofage. Pe de altă parte guanoul liliecilor sau organisme parietale pot cădea în apa din peșteră folosind nutriției faunei acvatice.

Scanned with OKEN Scanner

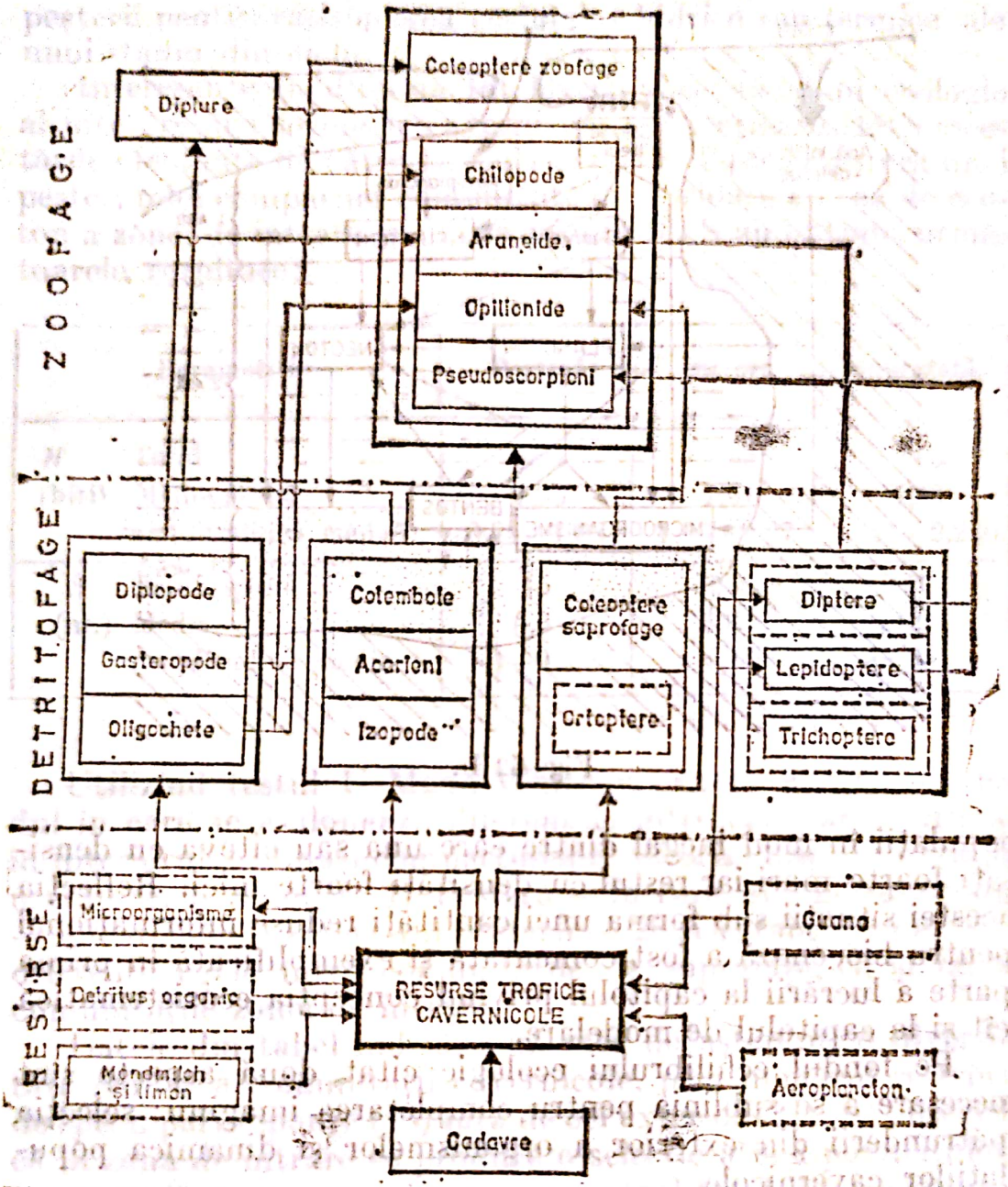


Fig. 62 Exemple de rețea trofică pentru peșteri, ilustrată de V. Decu și R. Ginet; a — terestră; b — acvatică.

Reglajele biologice demografice sînt bazate pe manifestarea unui echilibru ecologic în conformitate cu principiul al doilea al lui A. Thienemann. Acesta presupune pe de o parte existența unor factori de barieră cu rol în selecția unui număr restrîns de populații. Pe de altă parte, compensînd reducția numărului de specii, cele existente dezvoltă

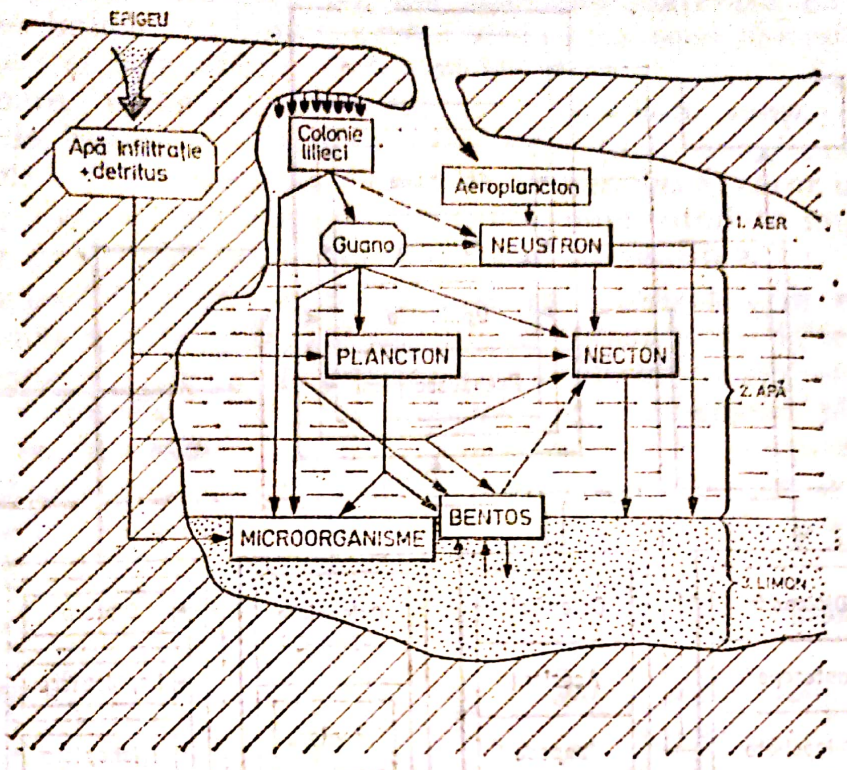


Fig. 62 b.

populații în mod inegal dintre care una sau cîteva cu densități foarte mari iar restul cu densități foarte mici. Reflecția acestei situații sub forma unei cantități reduse informațional pentru biocenoză a fost comentată și exemplificată în prima parte a lucrării la capitolul privind concepția ecosistematică cît și la capitolul de modelare.

Pe fondul echilibrului ecologic citat, două aspecte sînt necesare a se sublinia pentru completarea imaginii: selecția pătrunderii din exterior a organismelor și dinamica populațiilor cavernicole.

Încă din 1907, E. Racoviță a introdus distincția între organismele *trogloxene*, sau străine de mediul cavernicol, ajunse accidental, *troglofile*, sau cu un spectru larg biotic, indiferente la specificul acestuia și *troglobii* sau adaptate și întîlnite exclusiv în peșteri. Diferențierile respective sînt extrem de importante în realizarea unei corecte analize și interpretări a comunităților hipogee. Cercetările ulterioare au permis introducerea unor categorii noi cum ar fi cea de organism *subtroglofil*, respectiv de formă ce migrează în ambianța

peșterii pentru satisfacerea cerințelor hidrice sau termice ale unui stadiu din ciclu.

Interesante în direcția înțelegerii mecanismului ecologic al interpretării formelor cavernicole și exterioare sînt cercetările efectuate de către D. Culver și Th. Pouson asupra unei peșteri mici comparînd comunitatea exterioară cu cea de ecoton a zonei de intrare și cu cea profundă. S-au obținut următoarele rezultate:

Parametrii		Peșteră	Intrare	Suprafață
H (biți)	Total	2,01	2,69	2,65
	Medie/probă	1,35	1,61	1,49
	amplitudinea mediei	0,74—1,83	1,06—2,27	0,21—2,280
S (nr.)	Total specii	15	26	31
	Medie	5,6	8,3	11,6
	Amplitudine medie	4—9	6,13	4—17

Utilizînd testul U Mann-Whitney pentru a distinge modul în care se eșalonează diferențele între compartimente și în interiorul aceluiași compartiment, autorii citați au obținut următoarele ranguri: 1) Peșteră — intrare 47; 2) suprafață — intrare 34; 3) Interiorul peșterii — 28 și 4) rang 15 marcînd diferențe egale între comunitățile de suprafață, ca și între comunitățile zonei de intrare.

Datele din tabel indică, cum este de așteptat, o diversitate redusă a comunității cavernicole, prin numărul restrîns de specii participante (15) față de cel exterior (31). Se observă că în zona de intrare se produce o selecție atît a populațiilor externe cît și cavernicole, încît numărul total de specii este mai mic decît pentru exterior și mai mare decît în interior. Însă cele mai mari diferențe se înregistrează prin testare tocmai între zona de intrare și peștera propriu-zisă, atestînd efectul de barieră al factorilor specifici cavernicoli.

Dinamica populațiilor din diferite peșteri din Munții Apuseni a fost studiată de către Gh. Racoviță (1976) pe grupul de coleoptere *Bathysciinae*. Autorul constată că variațiile microclimatice care afectează diferite peșteri se

reflectă prin oscilațiile sezoniere ale populațiilor. Se observă atît variații regulate cît și neregulate. Mecanismul oscilațiilor populaționale include în egală măsură și migrația indivizilor între peșteră și rețeaua de fisuri, atestînd rolul întregului complex hipogeu în procesele demografice. Interesant că și în condițiile unei relative uniformități a mediului excluzînd deci rolul său de starter în oscilațiile demografice, populațiile prezintă o dinamică evidențiind procese periodice. Se pune în valoare, cu această ocazie, rolul heterogeneității structurii populaționale care implică, aproximativ la intervale egale, apariția descendenței și procese de înlocuire a indivizilor senescenți. Inegalitatea ecologică între diferitele stadii pe parcursul unui ciclu, odată cu succesiunea statistică a unor faze caracteristice, se concretizează în oscilații numerice înregistrate chiar în condițiile unui mediu uniform.

Ecologia mediilor subterane a fost prezentată nu numai pentru a permite cititorului să-și formeze o imagine asupra întregii diversități ecosistemice ci și cu alt scop. Am dorit să reamintim atît tradițiile frumoase pe care România le are în inițierea și dezvoltarea biospeologiei cît și contribuția recentă la evoluția acestei științe. Institutul de speologie „Emil Racoviță", cunoscut în întreaga lume, se poate mîndri cu frumoase realizări actuale, datorate atît explorării peșterilor românești, cît și prin participarea sa la cunoașterea unor ecosisteme cavernicole din alte părți ale lumii.

CÎTEVA ASPECTE PRIVIND ECOSISTEMELE AMENAJATE

Cerințele umanității nu au putut fi limitate la ceea ce oferă natura. De pe o anumită treaptă a dezvoltării sale istorice, dealtfel foarte veche, omul a încercat noi soluții din punct de vedere ecologic. Ecosistemele amenajate, care s-au născut din aceste încercări, sînt datorate acestor eforturi de satisfacere a necesarului uman pe mai multe planuri. Fundamentale au fost două cerințe: hrana și îmbrăcămintea. Ulterior gama solicitatorilor a crescut, ecosistemele amenajate trebuind să furnizeze materii prime pentru diferite ramuri ale industriei, mai ales ușoare și alimentare, sau să ofere spațiu de desfășurare a unor activități umane fie incluse în activitatea cotidiană, fie datorate perioadelor de recreere și vacanțe.

Ecosistemele amenajate, deși depind de om din punct de vedere structural-organizatoric, totuși nu manifestă diferențe nete față de ecosistemele naturale. Faptul se datorează preluării de către om a elementelor componente pentru sistem din natură sub forma unor loturi de indivizi selecționați apoi, voluntar sau involuntar pentru anumite scopuri. Selecția voluntară asupra speciilor de plante sau animale au drept obiectiv obținerea unor genotipuri cu potențial crescut de producție. Involuntar însă se selectează populații consumatoare ale acestor sporuri de producție care genetic sînt triate din punctul de vedere al rezistenței față de mijloacele pe care le opune omul proliferării lor numerice.

Pe de altă parte componentele naturale supuse selecției voluntare sau involuntare desfășurate de om sînt amplasate într-un mediu oferit de natură planetei. Posibilitățile revoluției tehnico-științifice permit intervenții de corectare a unor parametri care sînt implicați în realizarea de producții sporite de biomasă.

Scanned with OKEN Scanner

Deci, din punct de vedere structural, ecosistemele amenajate sînt mai mult sau mai puțin sisteme ecologice naturale optimizate fie pentru obținerea unor producții vegetale sau animale sporite, fie pentru alte scopuri umane. Cu toate rezultatele deosebite obținute în lungul mileniilor pînă astăzi, în marea majoritate a cazurilor omul nu face însă decît să imite natura, prin reproducerea unor modele ecologice de același tip, dar ameliorate după cerințele sale. Funcțional, ecosistemele amenajate, caracterizate în general prin simplificare organizatorică, implică instabilitate, cost ridicat de menținere, cît și control al nivelelor trofice care nu sînt exploatate direct. Soluțiile obținute pînă acum, cu toate deficiențele lor, sînt prea strîns legate de istoria civilizației, dezvoltarea tehnicii și a concepției umane de abordare a naturii. Cerințele nutriției normale a populației umane în creștere implică un efort susținut care, pentru perioada actuală, nu permite decît ameliorarea soluțiilor anterioare sau reluarea lor pe un alt plan tehnic. De altă parte, cel puțin pentru moment, cercetările întreprinse în vederea reconstituirii în laborator a procesului producției primare, în mod artificial, nu au condus la rezultate practice.

Parcurgînd rîndurile de mai sus cititorul va fi tentat să asocieze ecosistemelor amenajate imagini ilustrative parțiale: un cîmp de grîu, o grădină de legume etc. Înainte de alte aspecte, se impune, deci, să concretizăm diversitatea tipologică a ecosistemelor amenajate.

CATEGORIILE MAJORE DE ECOSISTEME AMENAJATE realizate de om în cursul evoluției sale istorice pot fi identificate din puncte de vedere diferite. Noi ne-am oprit asupra criteriului utilității lor fundamentale pentru societatea umană. Reținem ideea esențială a extinderii la scară planetară a sistemului ecologic de existență a omului. Cu toate că intervențiile sale, directe sau indirecte, afectează întreaga natură a Pămîntului, modificîndu-i starea proprie de echilibru, omul nu își exercită acțiunea sa de organizator ecologic decît asupra unei părți din suprafața continentelor sub forma a trei modele de ecosisteme amenajate.

Ecosistemele agrozootehnice, cu rol major în asigurarea hranei omului, se realizează în trei variante: culturi agricole, sisteme zootehnice, sisteme pisciculturale. Dintre acestea sistemele zootehnice industriale sînt cele mai evoluate struc-

Scanned with OKEN Scanner

tural și funcțional în raport cu modelele ecologice naturale din care provin.

Ecosistemele silviculturale au fost realizate în vederea obținerii lemnului ca materie primă utilizabilă pentru o gamă tot mai mare de produse. Material de construcție, combustibil, material de bază pentru extracție de celuloză, cu dezvoltarea industrială din ultimile decenii, lemnul fanerofitelor ușoare, cu creștere rapidă, a ajuns să fie folosit pentru altele, prin intermediul unor procese fermentative, printre obținerea alcoolului în scopuri energetice.

Ecosistemele silviculturale sînt în cea mai mare parte apropiate de modelele lor naturale prin însăși faptul că suportă rigorile pedoclimatice din zona respectivă.

Ecosistemele legate de așezările umane au apărut propriu-zis odată cu formarea unor aglomerări a populației în spații mici. Odată cu primele orașe sumeriene — dacă acestea rămîn să fie socotite cele mai vechi din istoria umană — s-a deschis calea pentru realizarea unui tip de ecosistem total diferit față de cele naturale. O așezare umană, redusă numeric în privința locuitorilor, cu inerente influențe asupra mediului, nu se individualizează ca sistem ecologic. Numai o grupare umană de tip urban, implicînd preluarea unui spațiu destul de mare din natură, concentrînd un consum ridicat de apă, de hrană și modificînd specificul mediului prin construcții conduce la individualizarea unui sistem ecologic specific. Se impune crearea cel puțin a două categorii de sisteme reunite sau nu în oraș: construcții și depozite alimentare. Lor li se adaugă, mai ales pentru orașele moderne, sistemul parc-grădină. *Locuințele* selectează un număr de specii mai ales animale, microbiene și fungice, caracterizate prin euribioză, prolificitate ridicată și, în genere, o largă repartiție geografică. *Depozitele alimentare*, de la silozuri pînă la magazine alimentare, existente în oraș sau în afara sa, au fost impuse însă tot de densitatea ridicată a populației. Oferind o bază trofică, ele au atras o serie de organisme care alcătuiesc comunități specifice.

Se observă, deci, că cele trei clase de ecosisteme amenajate au evoluat diferit în legătură cu istoria umană. Ecosistemele agrozootehnice, marcînd trecerea într-o nouă etapă pentru umanitate, au apărut primele, sub o formă rudimen-

Scanned with OKEN Scanner

tară. Ecosistemele datorate grupării așezărilor au apărut ulterior, marcînd însă chiar de la început cele mai profunde modificări ecologice. Mult mai tîrziu și-au făcut apariția și ecosistemele silviculturale. Recent, practic în ultimele două decenii, omul a imaginat un alt tip de ecosistem amenajat, pe care l-a concretizat prin sistemul de existență uman extraterestru, în rachete sau stații orbitare, cît și pentru cel proiectat, mai puțin pus însă în practică, privind orașele submarine. Între amenajare de spații vitale extraterestre și submarine se manifestă similitudini importante cel puțin prin izolarea lor față de mediul înconjurător.

CARACTERISTICILE ECOLOGICE ale acestor trei categorii de ecosisteme amenajate se pot desprinde mai puțin în comun. Se impune o regrupare a lor din punctul de vedere al nivelului trofic urmărit spre a fi exploatat prin amenajare: producătorii primari sau secundari. Desigur că unele tipuri de ecosisteme vor fi excluse prin această modalitate de abordare. Așa sînt cele foarte moderne, extraterestre și submarine, dar și altele mai comune, ca așezările umane de exemplu.

Ecosistemele amenajate în scopul exploatării producătorilor primari cuprind: culturile agricole, parcurile silviculturale și, în cea mai mare parte, depozitele alimentare, acestea din urmă concretizînd un fond trofic datorat producției primare alogene.

Producătorii primari de interes economic sînt supuși presiunii demografice și concurenței din partea unor plante spontane, de tipul *buruienilor*. Mediul de cultură îmbogățit în azotați și fosfați este astfel disputat între cele două categorii de plante. Se mai adaugă și o altă categorie de factori ecologici dezavantajoși pentru producătorii primari cultivați și anume cea datorată consumatorilor de ordinul unu desemnați cu numele de *dăunători*. Se exercită totodată și acțiunea *paraziților* de natură vegetală, animală sau microbiană.

Cumulînd toate cele trei categorii de organisme, care exercită o influență nefavorabilă asupra producătorilor primari cultivați, ar rezulta o pierdere însemnată din producția primară expectată. Deci pe lîngă intervenția directă a omului prin îmbunătățirea și îmbogățirea mediului de cultură, se mai impune și cea de fitoprotecție.

Este interesant de constatat că prin exercitarea selecției în direcția obținerii unei producții primare avînd calități sporite de comestibilitate, s-a eliminat practic cea mai mare parte a mijloacelor fizice și chimice naturale de apărare a plantelor cultivate. Un posibil rezultat al selecției exercitată pe astfel de coordonate a fost pierderea din genotipul plantelor de cultură a unor alele de rezistență sporită la diferite tipuri de atacuri. Acest efect, asociat direct sau indirect, este combătut în ultimile decenii printr-o acțiune de ameliorare în paralel a producției și rezistenței. În același timp plantele spontane, de felul buruienilor, prezintă o gamă întreagă de adaptări, care le permite să lupte foarte viguros împotriva mijloacelor pe care le opune omul în încercarea să realizeze un control al demografiei lor. Sînt caracterizate prin prolificitate ridicată, viteză de creștere mare, vigurozitate, mijloace chimice de concurență, capacități sporite de rezistență la ierbicide. Este firesc să existe aceste diferențe, pentru că obiectivul fundamental al selecției naturale a plantelor spontane a fost supraviețuirea, în timp ce pentru plantele cultivate omul a impus o selecție artificială pe coordonate independente sau nelegate direct de supraviețuire.

Ecosistemele amenajate în scopul exploatării producătorilor secundari, de tipul sistemelor zootehnice sau pisciculturale, prezintă o serie de specificități ecologice față de categoria anterioară. Urmărindu-se specii aflate pe un nivel trofic superior, numărul interacțiunilor biotice nefavorabile este mai redus. Mijloacele de protecție vizează în mică măsură controlul unor consumatori răpitori (ca, de exemplu, în cazul alevinilor pentru piscicultură). Cele mai multe sînt îndreptate împotriva agenților infecțioși și parazitari. Dar acest avantaj este aparent întrucît consumatorii de acest gen sînt foarte diversificați. Totodată costul producției secundare crește prin necesarul unei baze trofice primare ce se impune a fi asigurată în anumite standarde energetice. Situația se complică și mai mult în cazul creșterii zootehnice industriale cînd spațiul restrîns de dezvoltare al individului animal și lipsa luminii naturale implică boli metabolice și de stress. Sînt implicate deci eforturi suplimentare în acest sens.

Foarte sumar prezentăm în tabelul de mai jos intervenţiile umane în direcţia optimizării producţiei primare şi secundare din ecosistemele amenajate:

Tipul intervenţiei umane	Ecosistemele amenajate pentru:	
	Producţie primară	Producţie secundară
Asigurarea bazei trofice	îngrăşăminte irigaţii corectori reacţie sol lucrări ale solului	producţie primară
Mijloace de protecţie la interacţiuni biotice: — concurenţă	— ierbicide	—
— prădătorism	— insecticide — combatere integrată	—
— parazitism	— insecto-fungicide — combateri bacteriene — ameliorări genetice	— insecto-fungicide — vaccinuri
— boli metabolice	— suplimentări micro-elemente — ameliorări genetice	— suplimentări vitamine — hrană selectivă — ameliorări genetice
— efecte de stress	—	— tratamente antistress

Cu tot aspectul său schematic, tabelul are meritul de a sublinia necesitatea unui control complex al ecosistemelor amenajate de către om. Practic, factorul uman este un regulator indispensabil optimizării producţiei, pornind de la ameliorarea raselor de animale şi soiurilor de plante pînă la obţinerea biomasei scontate.

Scanned with OKEN Scanner

Față de factorii de reglaj din modelele naturale, în cele amenajate acțiunea conștientă reglatoare are două funcții: 1) corecția efectelor nefavorabile ale componentelor naturale; 2) optimizarea producției de biomasă.

Întrucît concepțiile clasice de obținerea producției vegetale și animale implică, într-o oarecare măsură, mijloace ce declară „război" împotriva factorilor ecologici naturali soldat cu risipă energetică, cercetările moderne încearcă soluții de tip opus. În acest cadru apar interesante ameliorările corelate, combaterea integrată, cît și alte direcții de abordare. Așa, de exemplu, E. Odum propune selecția de plante cultivate necomestibile sau producătoare de insecticide proprii, substanțe îndepărtate apoi printr-o semiprelucrare industrială, care ar costa mult mai puțin decît mijloacele perfecționate clasice.

COMBATEREA INTEGRATĂ a apărut ca o reacție față de rezultatele obținute prin tratamente chimice împotriva microorganismelor fitoparazite, dăunătorilor și buruienilor. Începutul este marcat de experiențele lui A.D. Pickett (1959), prin realizarea unor programe de luptă împotriva dăunătorilor mărului din Scoția. Se constatase, la acea vreme, că tratamentele cu insecticide, fungicide sau ierbicide prezintă o serie de dezavantaje. Astfel, obținerea produsului implică costul său industrial, dar și alte aspecte ulterioare ca, de exemplu, degradarea lentă și acumularea în mediu, dereglarea unor relații ecologice, poluarea etc. Pe de altă parte, în deceniile anterioare, combaterea chimică se realiza analitic pe principiul substanță-specie țintă, fără desprinderea tabloului sintetic al corelațiilor implicate în combatere.

Această modalitate de abordare a problemei a scos în evidență cu o deosebită gravitate efectul denumit *p e s t r e s u r g e n c e*, descris de cea de-a treia lege a lui Volterra privind reglajele numerice într-o comunitate. Pesticidele distrug proporțional frecvenței lor atît indivizii dăunători, cît și pe prădătorii lor. Deși distruse în mai mică proporție, prin însăși faptul că au densități mai reduse și putere de refacere populațională mai mică, consumatorii de ordinul doi sînt eliminați ca factor reglator o perioadă destul de lungă după combatere. În acest interval, prolificitatea ridicată, longevitatea mai redusă, ca și densitatea proporțional mai mare a dăunătorilor permite refacerea rapidă a populațiilor

Scanned with OKEN Scanner

lor. Rezultă astfel efectul aparent paradoxal de dezvoltare numerică a dăunătorilor combătuți chimic.

Un caz clasic îl reprezintă evoluția luptei împotriva păduchelui țestos *(Icerya purchasi)* în America de Nord. Adus incidental din Australia, la sfîrșitul secolului trecut, acesta s-a dezvoltat rapid amenințînd producția de citrice. A fost atunci căutat remediul în introducerea consumatorului său natural, o specie de buburuză din genul *Novius*. Trebuie să reținem și un alt fapt care uneori este trecut cu vederea. În conformitate cu regula piramidei eltoniene, dăunătorul va fi, în situația de echilibru, superior numeric consumatorului său și, pe această cale, niciodată nu se va produce eliminarea sa. Populațiile de păduchi țestoși au fost reduse numeric de către buburuze, dar evident nu exterminate. Agricultorii au dorit însă o reducție mai drastică. În deceniul al patrulea le-a venit în sprijin descoperirea și producerea unui insecticid eficace: D.D.T.-ul. Aplicarea acestei substanțe s-a soldat însă cu efecte tragice. După o scădere inițială, populațiile de păduchi țestoși au proliferat numeric în deceniul următor, concomitent cu mortalitatea masivă a buburuzei introduse, dar și a altor specii indigene.

Un alt efect al combaterii necontrolate pentru un dăunător, diferit de „pest resurgence" îl reprezintă *secondary pest outbreaks*. El se concretizează prin reducerea apreciabilă a dăunătorului din zona respectivă urmată de proliferarea rapidă a unei specii cruțate incidental. Un astfel de efect îl constată, de exemplu, C. Pelekassis, în jurul anului 1960, cînd încă combaterea chimică era mijlocul fundamental de luptă împotriva muștei măslinilor *(Dacus oleae)*. Reducerea numerică a acestor populații a fost însoțită de creșterea rapidă a păduchelui țestos al măslinului *(Saissetia oleae*.

Simultan cercetărilor lui Pickett din Scoția în preria americană cultivată, V.M. Stern, R.F. Smith, R. van den Bosch și K.S. Hagen (1959) încercau să combată afidul unei graminee prin folosirea concordantă a luptei biologice și chimice. Acestor din urmă cercetători le datorăm termenul de *luptă integrată*. Studiile din această perioadă au relevat odată mai mult că efectele combaterii biologice nu produc rezultate spectaculoase imediate, dar mențin, pe de altă parte, dăunătorii în limite echilibrate. Mai mult, combinarea

sa cu lupta chimică, în limite rezonabile și bine studiate pe teren, reușesc să conducă la reducerea suplimentară a densității dăunătorului. Două aspecte sînt importante de notat. Pe de o parte se impun experimente de integrare a ambelor aspecte de combatere, biologică și chimică, suplimentar în cîmp, în condițiile complexității procesului ecologic și nu transferul metodei direct din laborator în cultură. S-a văzut mai sus de ce. Pe de altă parte reducerea numerică a dăunătorului nu se desfășoară linear odată cu sporirea cantitativă a mijloacelor de combatere. Dacă se poate pînă la un moment dat estima astfel evoluția procesului, de la o valoare de prag scăderea densității dăunătorilor se realizează cu eforturi din ce în ce mai mari din partea cultivatorului. Se ajunge practic ca pentru o reducție a dăunătorului similară etapei anterioare costul implicat să crească exponențial și procesul să nu mai fie rentabil.

Concepția combaterii integrate a evoluat din pragul deceniului șase pînă astăzi pe cel puțin trei coordonate: ca preparate chimice, ca sferă de integrare și ca imagine a sistemului ecologic de abordat.

S-a modificat profund componența substanțelor chimice de combatere. Pe de o parte au fost eliminate preparatele cu persistență mare și capacitate de acumulare în mediu. Pe de altă parte s-a redus numărul acestora în favoarea unor substanțe cu spectru mai larg dar selectiv. În sfîrșit, se fac încercări de scădere a cantităților de substanțe implicate, transferîndu-se treptat rolul fundamental combaterii biologice în cadru integrat.

Sporirea integrării combaterilor este legată de o mai reușită concordanță și punere în valoare a mijloacelor implicate. Acest aspect este datorat și schimbării substanțiale a opticii privind ecosistemul amenajat asupra căruia se exercită protecția. S-au luat astfel tot mai mult în considerație și așa-numitele *stațiuni de refugiu* (fig. 63) pentru dăunători, reprezentate prin spații limitrofe în care se adăpostesc temporar, folosind trofic o specie vegetală din aceeași familie sau chiar mai îndepărtată filetic de planta cultivată. În aceste stațiuni, prin încrucișare cu alte genotipuri, se realizează o îmbogățire și o refacere a fondului genetic. Practic și numeric și ca potențial genetic populația se reface în stațiunile de refugiu. Dar același spațiu joacă un rol similar pentru entomo-

Scanned with OKEN Scanner

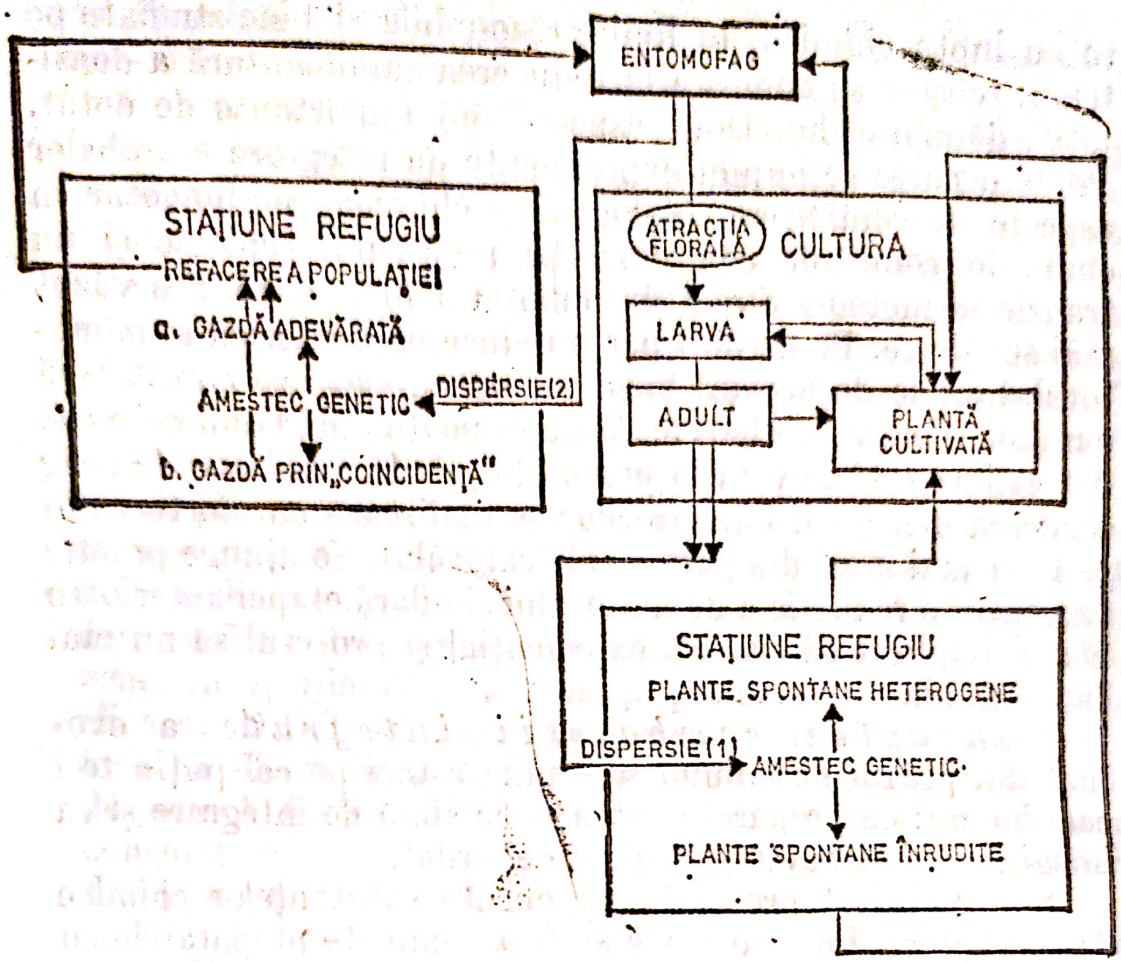


Fig. 63 Rolul stațiunilor refugiu: 1 — dăunător; 2 — entomofag.

fagi. Trofic, ei întîlnesc fie gazda lor, fie una străină care, prin „coincidență" fenologică, poate fi folosită. Genetic , în „stațiunile refugiu" se realizează schimb de informație între genotipuri diferite. Reglajele numerice, datorate interacțiunii pradă-prădător, se realizează, deci, într-un spațiu ecologic mult mai larg decît cultura propriu-zisă. Această imagine a fost sintetizată de către H.F. van Emden, în 1964, atrăgînd atenția asupra unei duble erori practice. Pe de o parte, fie că „stațiunile refugiu" se neglijau, ele constituind rezervoare demografice pentru dăunători, pe de alta erau tratate chimic brutal, avînd drept rezultat distrucția entomofagilor. S-a dovedit astfel că spațiile limitrofe culturilor trebuiesc tratate cu aceeași prudență precum însăși cultura.

În combaterea integrată sînt implicate, așa cum s-a notat deja, mai multe mijloace: biologice, chimice și fizice, dintre care rolul fundamental, mai ales în perspectivă, revine

primelor. Gama metodelor biologice de combatere în cadru integrat este largă, cuprinzînd cel puțin trei modalități majore prin: entomofagi, androsterilitate și îmbolnăviri prin vectori.

Întrucît majoritatea covîrșitoare a dăunătorilor din culturile agricole este reprezentată prin insecte, metodele biologice s-au orientat mai ales în direcția studierii entomofagilor, cît și a paraziților, foarte diverși dealtfel (virusuri, bacterii, ciuperci etc.). Se estimează, desigur cu unele erori, că numai în cadrul insectelor se întîlnesc 224 familii de entomofagi grupate mai ales în suprafamiliile *Ichneumonoidea*, *Chalcidoidea*, *Serphoidea*. Numeroși acarieni sînt prădători ai insectelor, iar între viermii nematozi, puțin studiați încă, se desemnează o rezervă importantă de paraziți. De exemplu, 80% dintre *Scolytidele* din Europa centrală sînt, se pare, parazitate de nematozi din familia *Allantonematidae*.

Combaterea biologică a dăunătorilor se realizează de asemeni prin preparate bacteriene, obținute prin reținerea liniilor de virulență crescută și cu capacitate selectivă. Aplicarea selecției genotipurilor se desfășoară cu succes și în direcția obținerii de masculi sterili.

Combaterea integrată implică, deci, o gamă largă de aspecte, ceea ce impune ca introducerea ei în practica protecției organismelor de cultură să se realizeze treptat, etapizat. Se desemnează de obicei patru etape.

Scopul etapei inițiale este de a se limita utilizarea preparatului chimic numai pentru situațiile în care populațiile de dăunători depășesc limita a ceea ce se numește a fi *prag economic*. El este desemnat de cazul în care pagubele produse de dăunători depășesc semnificativ costul combaterii. Se recomandă a se elimina ideea de exterminare a dăunătorilor pe cale chimică.

Etapa a doua prevede selecția metodelor chimice de combatere în sensul obținerii unei game restrînse de preparate cu spectru larg și capabile de a regla numeric mai multe populații de dăunători.

Cea de-a treia etapă implică, prin restricția luptei chimice, posibilitatea reevaluării interacțiunilor ecologice naturale. Refacerea unor structuri ecologice cu o stabilitate sporită reclamă și revizuirea metodelor agrotehnice.

Scanned with OKEN Scanner

În sfîrșit, cea de a patra etapă prevede întărirea metodelor biologice de reglaj al dăunătorilor și înlocuirea pe această cale a combaterii chimice.

CÎTEVA CONSIDERAȚII PRIVIND FLUXUL ENERGETIC ÎN ECOSISTEMELE AMENAJATE se impun înainte de încheiere. Surprinzător pentru importanța practică a problemei, dar există puține imagini sintetice de bilanț energetic. În tabelul de mai jos prezentăm fluxul energetic pînă la nivelul producătorilor primari de cultură reprezentați prin grîu.

Energie solară incidentă	$2{,}2 \cdot 10^9$ cal/ha SV
— pierdere prin albedou	$0{,}3 \cdot 10^9$ cal/ha SV
— pierdere calorică	$1{,}3 \cdot 10^9$ cal /ha SV
— producție mare	$0{,}61 \cdot 10^9$ cal/ha SV

Schimb gazos:

— dioxid de carbon consumat	20 t/ha SV
— dioxid de carbon produs	6 t/ha SV
— oxigen produs fotosintetic	14 t/ha SV
— oxigen consumat respirator	4t/ha SV
Producție mare (ca biomasă)	14 t/ha SV
Producție netă totală	10 t/ha SV
Producție netă cariopse	4 t/ha SV

Prin SV s-a notat durata sezonului de vegetație egală cu circa 4 luni pentru Europa Centrală.

Se constată că eficiența Pn/R pentru producătorii primari cultivați este de 3,3—3,5 pe baza schimbului respirator și a realizării de biomasă. Energetic aceasta înseamnă 46—$0{,}47 \cdot 10^9$ cal/ha. SV, realizate prin producția netă de biomasă totală și respectiv $0{,}184$—$0{,}188 \cdot 10^9$ cal/ha SV, reprezentate de către producția netă de cariopse.

Pentru a ilustra cum se utilizează energia realizată prin producția primară la nivelul consumatorilor dintr-un ecosistem amenajat, ne vom referi la fluxul energetic dintr-o pajiște europeană. Se va constata în primul rînd o mare diferență privind valoarea radiației luminoase incidente față de datele anterioare, datorită nu numai latitudinii schimbate a ecosistemului studiat ci și variațiilor de metodă.

Energie solară incidentă	$4 \cdot 10^7$ cal/ha SV
Producție primară netă	$2{,}5 \cdot 10^5$ cal/ha SV
Consum ierbivore mari.....	$0{,}84 \cdot 10^5$ cal/ha SV

Consum nevertebrate	$0{,}73 \cdot 10^5$ cal/ha SV
Degradare prin descompunători	$0{,}93 \cdot 10^5$ cal/ha SV
Producție netă ierbivore mari	$0{,}03 \cdot 10^5$ cal/ha SV
Consum respirator ierbivore mari	$0{,}244 \cdot 10^5$ cal/ha SV
Pierderi energetice ierbivore mari prin nonasimilație	$0{,}456 \cdot 10^5$ cal/ha SV

Se observă că eficiența Pn/R în cazul ierbivorelor de interes zootehnic, în calitatea lor de consumatori este aproximativ de o zecime. Raportul între producția primară netă și cea secundară netă pentru ierbivore exploatate este de 83,3, ceea ce estimează nivelul valoric al fructificării unui teren din punct de vedere agricol față de cel zootehnic. Această diferență este explicabilă cunoscînd faptul că producția animalieră impune față de cea vegetală pierderi energetice suplimentare notate în exemplu prin respirație și nonasimilația biomasei vegetale folosite ca hrană, dar și prin concurența altor ierbivore neexploatate ca și prin disipările energetice de materie vegetală pe calea lanțului trofic al descompunătorilor.

Este de înțeles interesul sporit pentru energetica ecosistemelor amenajate ce oferă resurse trofice pentru om, prin întreaga problematică a evoluției demografice umane reflectată în acest sens și studiată de către organismul specializat F.A.O. din cadrul Organizației Națiunilor Unite. În contextul respectiv, explorarea rațională și eficientă a fondului terestru planetar din punctul de vedere al producției agricole și zootehnice se impune tot mai mult ca o problemă fundamentală pentru evoluția civilizației umane, în care ecologia are un rol deosebit de important. Notăm cu titlu informativ faptul că explozia demografică umană se reflectă într-un consum potențial mai rapid al rezervelor trofice clasice, cum sînt cele cerealiere (fig. 64). Astfel, dacă în 1960 stocul de cereale mondiale reprezentat ca fond de rezervă ar fi putut întreține populația globului pentru 98 de zile, în 1970 durata de hrană, utilizînd aceleași resurse, practic s-a înjumătățit, iar pentru 1980 se prevede că va deveni o pătrime. Se poate constata că rapida creștere demografică umană are două categorii de implicații: pe de o parte consumul crescut al fondului trofic și reducerea anuală a rezervelor mondiale, pe

Scanned with OKEN Scanner

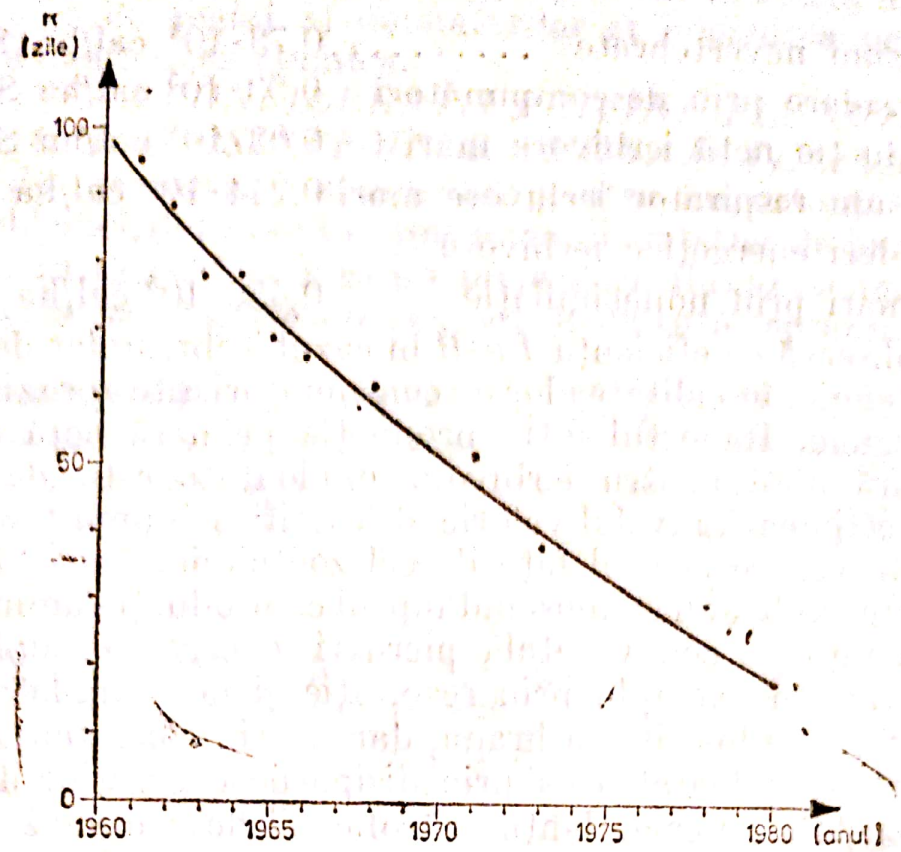


Fig. 64 Evoluția rezervei mondiale anuale cerealiere (R) exprimată în numărul de zile al consumului ei.

de alta reducerea duratei acestora în cazul folosirii. Se conturează foarte clar, deci, sarcinile deosebite ale omenirii nu numai de exploatare optimă a resurselor planetei în vederea obținerii fondului trofic clasic, ci și de extindere a utilizării în mod curent a unor resurse noi, eventual prin valorificarea unor teritorii și biotopuri anterior neglijate.

În lupta cu foametea și toate racilele ei, de care suferă o mare parte a omenirii, poziția principială a României socialiste, sprijinită de numeroase popoare și foruri internaționale, cu privire la o nouă ordine economică și politică în lume, ca și propunerile concrete de limitare a cursei înarmărilor și de reorientare a unora dintre fondurile vărsate în acest nesăbuit carusel în folosul păcii, al comunității omenești, dovedesc o analiză științifică temeinică bazată pe un înalt umanism față de grija care trebuie s-o purtăm viitorului planetei noastre.

Scanned with OKEN Scanner

ANTIPA GR. — *Regiunea inundabilă a Dunării. Starea ei actuală și mijloacele de a o pune în valoare*, 1910.

ANTIPA GR. — *Les principes de l'amélioration de la productivité du Bas Danube*, „Bull. Sect. Sci. de l'Acad. Roum.," 1932, *3—4*.

ANTIPA GR. — *Marea Neagră. Oceanografia, bionomia și biologia generală*. Acad. Rom. Publ. Fond „V. Adamachi", 1941.

ANTONESCU C.S. — *Biologia apelor*. Edit. didactică și pedagogică, 1966.

BĂCESCU M., MÜLLER G., GOMOIU M.T. — *Cercetări de ecologie bentală în Marea Neagră*. „Ecologie marină", volum 4, Edit. Academiei R.S.R., 1971.

BĂCESCU M. — *Acolo unde Sahara dispare în ocean*. Edit. Ion Creangă, 1973.

BĂNĂRESCU P. — *Pisces Osteichthyes (pești ganoizi și osoși)*. Edit. Academiei R.P.R., 1964.

BĂNĂRESCU P., BOȘCAIU N. — *Biogeografie*. Edit. științifică, București, 1973.

BELDIE AL., CHIRIȚĂ C. — *Plante indicatoare din pădurile noastre*. Edit. agro-silvică, 1954.

BOLTOVSKOY E., WRIGHT R. — *Recent forminifera*. Dr.W. Junk b.v. Publishers, The Hague, 1976.

BORZA AL., BOȘCAIU N. — *Introducere în studiul covorului vegetal*. Edit. Academiei R.P.R., 1965.

BROWN L.R. — *In the human interest: a strategy to stabilize world population*. W.W. Norton & Comp., New York, 1974.

BUȘNIȚĂ TH., BREZEANU GH., OLTEANU M., POPESCU-MARINESCU V., PRUNESCU-ARION E. — *Monografia zonei Porților de Fier*. Edit. Academiei, R.S.R., 1970.

CĂLINESCU R. (sub redacția) — *Biogeografia României*. Edit. științifică, 1969.

CHIRIAC E., UDRESCU M. — *Ghidul naturalistului în lumea apelor dulci*. Edit. științifică, 1965.

CHIRIȚĂ C. — *Ecopedologie cu baze de pedologie generală*. Edit. Ceres, 1974.

CODREANU R. (sub redacția) — *Probleme de ecologie terestră*. Edit. Academiei R.S.R., 1978.

COUSTEAU J.Y., DUMAS F. — *Lumea tăcerii*. Edit. științifică, 1963.

Scanned with OKEN Scanner

CULVER C., POULSON TH. — *Community boundries: faunal diversity around a cave entrance*, „Ann. de Spéléologie", 1970, tome 25, fasc. 4,853.
DECU V., TUFESCU M., RACOVIȚĂ GH. — *Particularités de l'écologie cavernicole terrestre des zones tempérées*. „Trav. Mus. Hist. Nat. «Grigore Antipa»", 1978, vol. 19, 343.
EDMONDSON W.T., WINBERG G.G. (edited by) — *A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters*. I.B.P. Handbook, No. 17, Blackwell, Oxford and Edinburgh, 1971.
ELLIOTT J.M. — *Methods of sampling invertebrate drift in running water*. „Ann. Limnol.", 1970, *2*, 133.
ELLIOTT J.M. — *The distances travelled by drifting invertebrates in a Lake District stream*. „Oecologia", 1971, *6*, 350.
GÂȘTESCU P. — *Lacurile din România*. Edit. Academiei R.S.R., 1971.
GINET R., DECOU V. — *Initiation a la biologie et a l'écologie souterraines*. Jean Pierre Delarge éd., Paris, 1977.
GIURGIU V. — *Studiul creșterilor la arborete*. Edit. agro-silvică, 1967.
GRISON P. — *Lutte biologique et écologie appliqué*. „Bull. de la Soc. d'Ecologie", Paris, 1970, *2*.
IONESCU T., CONSTANTINESCU S., MOȚOC M., MARCOCI G., PETRE I. — *Analiza apelor (naturale, potabile, industriale, reziduale)*. Edit. tehnică, 1968.
IVAN D., DONIȚĂ N. — *Metode practice pentru studiul ecologic și geografic al vegetației*. Universitatea din București, 1975.
JEANSON C. — *Étude expérimentale de l'action des vers de terre sur les sols artificiels*. În: *Pesson P.* — La vie dans les sols. Gauthier—Villars Ed., Paris, 1971.
KAJAK Z., HILBRICHT — Ilkowska A. (sub redacția) — *Productivity problems of freshwaters*. I.B.P., Polish National Committee, Warszawa — Krakow, 1972.
KNIPOVICI N.A. — *Cercetări hidrobiologice în Marea Neagră*. Moscova, 1932.
KREPS E.M. — *Pe „Viteaz" spre insulele Oceanului Pacific*. Edit. științifică, 1961.
MACAN T.T. — *Running water*. „Mitt. internat. Verein. Limnol.", no. 20, Stuttgart, 1974.
MĂLĂCEA I. — *Biologia apelor impurificate*. Edit. Academiei R.S.R., 1969.

Scanned with OKEN Scanner

MESAROVIĆ M., PESTEL E. — *Omenirea la răspîntie*. Edit. politică, 1975.
MOTAŞ C., ANGHELESCU V. — *Cercetări hidrobiologice în bazinul rîului Bistriţa*. „Inst. Cerc. Piscicole al României", 1944.
MOTAŞ C. şi colab. — *Cercetări asupra biologiei izvoarelor şi apelor freatice din partea centrală a Cîmpiei Române*. Edit. Academiei R.P.R., 1962.
MÜLLER G. — *Biologia solului*. Edit. agro-silvică, 1968.
NEGREA ŞT., NEGREA ALEXANDRINA — *Ecologia populaţiilor de cladoceri şi gasteropode din zona inundabilă a Dunării*. Edit. Academiei R.S. R. 1975.
NEGULESCU E.G., STĂNESCU V., FLORESCU I.I., TÎRZIU D. — *Silvicultura*. Edit. Ceres, 1973.
OVERBECK J. — *Microbiology and biochemistry*. „Mitt. internat. Verein. Limnol.", no 20, Stuttgart, 1974.
PAPACOSTEA P. — *Biologia solului*. Edit. ştiinţifică şi enciclopedică, 1976.
POPESCU-ZELETIN I. (sub redacţia) — *Cercetări ecologice în podişul Babadag*. Edit. Academiei R.S.R., 1971.
PORA E.A. — *Cinci luni în Oceanul Indian*. Edit. ştiinţifică, 1966.
PORA E.A., OROS L. — *Limnologie şi oceanografie*. Edit. did. şi ped., 1974.
RACOVIŢĂ E. — Opere alese., Edit. Academiei R.P.R., 1964.
RACOVIŢĂ GH. — *Cercetări asupra ecologiei Bathysciinaelor cavernicole (Coleoptera, Catopidae) din Munţii Apuseni*, 1978.
REMANE A., SCHLIPER C. — *Biology of brackish waters*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchandlung, Stuttgart, 1971.
RIVIÈRE J., CHALVIGNAC M.A. — *La rhizosphère*. În: *Pesson P.* — La vie dans les sols. Gauthier-Villars Ed., Paris, 1971.
ROSS D.A. — *Introducere în oceanografie*. Edit. ştiinţifică şi enciclopedică, 1976.
SĂVESCU A., RAFAILĂ C. — *Prognoza în protecţia plantelor*. Edit. Ceres, 1978.
STINGHIE V.N., SBURLAN D.A. — *Agenda forestieră*. Edit. agro-silvică, 1968.
STRAHLER A.N. — *Geografie fizică*. Edit. ştiinţifică, 1973.
SUMAKOV E.M., GUSEV C.B., FEDORINCIK N.S. — *Metode biologice în protecţia plantelor*. Edit. Ceres, 1975.
THIENEMANN A. — *Verbreitungsgeschichte der Süsswassertierwelt Europas* „Die Binnengewässer" 18, Stuttgart, 1950.

Scanned with OKEN Scanner

TUFESCU M. — *Populațiile de foraminifere din apele litorale românești.* Edit. Academiei R.S.R., 1974.
TUFESCU M. — *The dual origin of the Black Sea foraminifera.* „Int. Revue ges. Hydrobiol.", Berlin, 1974, *3*, 353.
TUFESCU V. — *România; natură, om, economie.* Edit. științifică, 1974.
UJVÁRI I. — *Geografia apelor României.* Edit. științifică, 1972.
VANDEL A. — *Biospéologie. La biologie des animaux cavernicoles.* Gauthier-Villars éd., Paris, 1964.
VANNIER G. — *Les Microarthropodes et l'état hydrique du sol.* În: *Pesson P. — La vie dans les sols.* Gauthier-Villars éd., Paris, 1971.
WALTER H. — *Vegetația pământului.* Edit. științifică, 1974.
ZERNOV S.A. — *Hidrobiologie generală.* Inst. studii româno-sovietice, București, 1956.
* * * (Comisia de hidrologie) — *Limnologia sectorului românesc al Dunării.* Edit. Academiei R.S.R, 1967.
* * * (Comité d'Etat des eaux) — *Contributions Roumaines a l'étude de la Mer Noire.* Bucarest, 1966.
* * * — *Influențe exercitate de pădure asupra mediului.* Organizația Națiunilor Unite pentru alimentație și agricultură, București, 1967.
* * * — *Atlasul Republicii Socialiste România.* Edit. Academiei R.S.R., 1972 — 1978.

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA A IV-A

EVOLUȚIA TERREI SUB INFLUENȚA UMANĂ

COORDONATELE PROBLEMEI

Natura Terrei a rămas, chiar în epoca în care intervenția omului a început să imprime modificări de oarecare însemnătate (domesticirea și înmulțirea unor specii de animale în detrimentul altora, trecerea la cultura plantelor prin desțeleniri de pajiști și defrișări de păduri, lăsînd culegerea și vînătoarea ca ocupații auxiliare), la o echilibrare prielnică desfășurării proceselor vitale. Prin însumarea multiplelor însușiri ale componentelor — și îndeosebi a învelișurilor superioare ale planetei noastre care se îmbină pentru a crea stările proprii ale atmosferei, hidrosferei și ale părții superioare a scoarței terestre cu cuvertura de sol de deasupra —, se explică abundența și marea varietate a biosferei. Prin toate acestea *Terra constituie un unicat* în întregul sistem solar. Dar această stare de echilibru favorabil apariției și dezvoltării unei complexe lumi a viețuitoarelor, nemaiîntîlnită pe alte planete[1] se află antrenată într-un proces evolutiv continuu care s-a desfășurat în întreaga istorie geologică pe cale naturală, iar începînd aproximativ din perioada istorică, cu modificări tot mai cuprinzătoare din partea omului. Privite în timp mai îndelungat, schimbările geologice desfășurate în decursul erelor apar impresionante. Cele antropice se arătau în vechime ca minuscule intervenții în natura covîrșitoare ca forțe, pînă cînd omul ultimilor două veacuri, înarmat cu o tehnică, avînd posibilități considera-

[1] Ipotetica asemănare a atmosferei probabile de pe *Titan*, satelitul lui Saturn, cu cea de pe Terra, a dus la presupunerea existenței unor forme de viață necunoscute încă. Încercările de detectare a condițiilor presupusei atmosfere (îndeosebi sub raport termic) de către sonda spațială Pioneer 11 din septembrie 1979, datorită unor împrejurări nefavorabile, nu au putut fi descifrate. Enigma continuă.

bile, a ajuns să imprime un ritm alert modificărilor din natură.

Dar progresele tehnicii continuă în salturi uluitoare, atrăgînd după ele schimbări fundamentale de ordin *demografic* (cum este înmulțirea fără precedent a populației din ultima vreme, calificată drept „explozie demografică"). Aceasta se îmbină cu schimbările de ordin *economic* (cu industrializarea ajunsă covîrșitoare în anumite regiuni ale globului, cu trecerea la agricultura intensivă mecanizată și chimizată care înlocuiește radical vegetația naturală, cu alta adusă din alte locuri și aceea prin semințe selecționate pentru a obține productivitate ridicată). Se adaugă modificările continue în perioada istorică a *relațiilor om — societate*, care imprimă mobilitatea extraordinară a individului în teritoriu fie pentru muncă, fie pentru recreare ori ameliorarea sănătății, pentru comerț și afaceri, ori pur și simplu pentru necesități psihice de schimbare a decorului. Urmările dezvoltării civilizației în formele ei contemporane, propulsate de necesitățile unei lumi tot mai pretențioase și mai exigente, devin ele însile cauze modificatoare. S-a amplificat astfel mult necesitatea de *confort* generalizată la pături tot mai largi ale populației, ceea ce presupune electrificare, aducțiuni și consum tot mai mare de apă potabilă, dotări superioare pentru încălzit, conducte de gaze și de produse petrolifere, dotări pentru comunicarea prin cablu sau prin unde cu ansamblul lumii, gări, aeroporturi etc. Paralel s-a dezvoltat o multitudine de întreprinderi vizînd procurarea *hranei* în cantități corespunzătoare adusă de pe latitudini diferite, precum și modalități de preparare, de prelucrare și ambalare a acestor produse astfel ca ele să necesite o cît mai mare înlesnire pentru folosirea în gospodăria individuală (de unde marea diversificare a industriei alimentare). La toate acestea se adaugă *mijloacele de transport* rapide la locul de muncă și la locurile de agrement, de unde rezultă înmulțirea pînă la saturare cu autovehicule a rețelei rutiere moderne, la supraaglomerarea liniilor ferate și a gărilor, chiar a liniilor spațiului aerian, oceanic etc.

Industrializarea, în înțelesul extensiunii activității de fabrică, adică a prelucrării mecanice a materiilor prime, ia o dezvoltare mai susținută din secolul al XIX-lea, prin introducerea motoarelor cu aburi, prin crearea rețelei feroviare și

Scanned with OKEN Scanner

înlocuirea navelor cu pînze prin vapoare; mai tîrziu și prin aplicarea electricității, a motorului cu combustie internă (cu apariția unor noi mijloace de transport: automobilul, avionul) etc... Dacă în secolul trecut industrializarea cuprinsese în mod deosebit cîteva țări (Anglia, apoi Franța și Belgia, iar în a doua jumătate a secolului al XIX-lea Germania și S.U.A., apoi alte țări), secolul al XX-lea și mai ales ultimele decenii reprezintă o extindere a industriei pe mai toate continentele. Apar ramuri noi, care se dezvoltă cu repeziciune (pentru producția de autovehicule, tractoare, avioane, aparataj electronic, mașini de înaltă tehnicitate, calculatoare electronice, înlocuitori chimici, cum e cauciucul sintetic, materialele plastice, fibrele sintetice etc.). Paralel cu această creștere calitativă, producția industrială atinge ritmuri nebănuite în direcția cantitativă. De la 4 milioane tone de oțel, în 1880, producția mondială a acestui metal de primă utilitate ajunge în 1978 la 692 milioane tone. La fel de repede a crescut producția mondială de petrol îndeosebi după primul război mondial cînd se dezvoltă masiv automobilismul și cînd se trece pe scară largă la înlocuirea cărbunilor cu petrol în transporturile navale, apoi și la cele feroviare. De la 50 milioane tone în 1913, producția mondială de petrol ajunge la peste 3,1 miliarde tone în 1978, adică de 60 de ori mai mare în decurs de puțin peste șase decenii. Similară este creșterea producției mondiale de energie electrică de la 490 milioane kWh în 1938 la peste 7,6 miliarde kWh în 1978, aceasta intrînd în folosința curentă a multor ramuri industriale de la siderurgie pînă la tehnica de calcul, în telecomunicații și transporturi feroviare, în electrificarea rurală etc. Și creșterile sînt asemănătoare sau mult mai mari în alte ramuri industriale.

Această exacerbare (cantitativă și de extensiune teritorială) a fost denumită *revoluție industrială*. Ea nu reprezintă însă doar un fenomen în sine, ci un propulsor de schimbări profunde în mai toate ramurile de activitate omenească, de la cele economice (agricultură, transporturi, comerț, construcții, turism etc.), la cele social-culturale (culturalizare, urbanizare cu reducerea masivă a populației rurale, o mobilitate excesivă a oamenilor etc.). Toate acestea reprezintă pe de o parte progres și ridicarea nivelului de trai, pe de altă parte însă — și aceasta este tributul condițiilor mai bune de

viață — modificări nefavorabile, pe alocuri chiar dezastruoase, ale naturii locurilor (poluarea apelor, crearea de noxe atmosferice, acumulări de mari halde de steril, de munți de deșeuri gospodărești și industriale cu aspecte hidoase și influențe negative asupra împrejurimilor, deci cu transformări pe alocuri radicale asupra mediului înconjurător).

Aceste *caracteristici esențiale* ale stadiului actual al civilizației umane — *industrializarea*, *urbanizarea* și *traficul auto-rutier*, desfășurate în ritm fără precedent — se corelează strîns între ele, atrăgînd în sfera lor de influență un număr tot mai mare de locuitori. Mulți părăsesc agricultura, care prin mecanizare se poate dispensa de tot mai multă forță de muncă, părăsesc satul aflat în regres, îndeosebi satele mărunte. Unele sate se transformă în centre urbane, care se industrializează cu pași repezi, contribuind astfel la schimbări ale mediului înconjurător.

Pe aceste căi, trăsăturile peisajului de pe teritoriile mai puternic pătrunse de civilizație suferă modificări esențiale. Dacă în decursul istoriei, peisajul din limitele ecumenei a devenit treptat mai umanizat, în perspectiva apropiată a timpului este tendința creării, pe spații areolare, a unui peisaj predominant urban. Nu numai în intravilan, unde natura este în mare parte suprimată, ci și în exterior, în arealul înconjurător supus unor multiple influențe (culturi pentru piață, areal al navetiștilor, rețea mult mai deasă de căi de transport moderne cu o circulație intensificată de vehicule, cu influențe social-culturale suburbane) au loc trans-

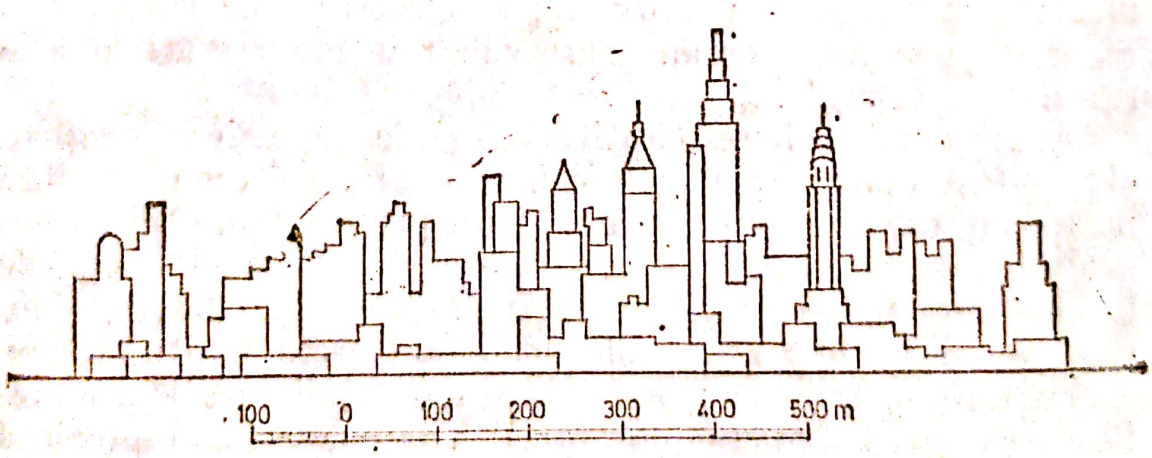


Fig. 65 Orașul compact, cazul New York-ului, în care natura este în mare parte suprimată.

Scanned with OKEN Scanner

formări însemnate în peisaj. Apropierea de un mare oraș se simte de la oarecare distanță, prin aspecte specifice pe care le surprinde cel ce vine îndeosebi cu mijloace autorutiere. Dar apropierea acestuia se înregistrează adesea nu numai vizual, ci și olfactiv, prin diferite noxe ori acustic, printr-un vuiet specific.

În perspectiva în care industria și orașul cresc nelimitat, încorporînd un număr tot mai mare de locuitori, extinzîndu-se spațial pînă la formarea de *conurbații* și *megaloposuri*, în cuprinsul cărora spațiile cu vegetație naturală sau cultivată sînt suprimate sau puternic transformate, peisajul urban va ajunge predominant în multe ținuturi ale globului în următoarele cîteva decenii, cel mult un secol.

Ca urmare a evoluției umane pe calea îndesirii și urbanizării se înregistrează așadar profunde modificări în biosferă. Dacă în condiții naturale orice specie de viețuitoare depune deșeuri ale activității sale vitale, favorizînd prin aceasta apariția de paraziți și o lume de microorganisme ce trăiesc pe seama lor, reprezentînd într-un fel o adevărată poluare naturală, uneori dăunătoare însăși speciei care le-a produs, intervenția antropică aduce modificări mult mai însemnate.

Două etape principale se desprind cu claritate în intervenția omului asupra biosferei. În faza protoistorică și istorică mai veche, schimbările esențiale care marchează ieșirea omului din animalitate și începuturile civilizației sînt: domesticirea animalelor și trecerea la agricultură. Acestea au asigurat grupărilor umane care le-au adoptat hrana necesară (chiar o anumită abundență de hrană cu disponibilități de schimb), siguranța zilei de mîine și, prin aceasta, o anume stabilitate în teritoriu, trecerea la o locuință mai confortabilă și chiar la preocupări cultural-artistice. Dar acțiunile acestea au avut și urmări nefaste pentru unele porțiuni ale biosferei: speciile pe care omul vremurilor de demult nu le considera utile, care dăunau animalelor și plantelor cultivate de el, au fost supuse unei acțiuni de distrugere. Totodată însă s-a dezvoltat o întreagă oștire de dăunători mărunți (șoareci, lăcuste, anumiți gîndaci, ciuperci parazite etc.) asupra cărora multe milenii lupta a rămas infructuoasă. Înmulțirea progresivă a animalelor domestice și a plantelor cultivate, ca și a dăunătorilor și paraziților acestora, alături de defrișările de păduri și desțelenirile de pajiște produse, au

Scanned with OKEN Scanner

constituit primele dezechilibre în natură, agravate ca răspîndire prin dispariţia sau rărirea cîtorva sute de specii animale şi vegetale...

A doua etapă, cea începută acum circa două veacuri şi intensificată în vremurile noastre, este *faza industrială* şi *a agriculturii moderne*. Amîndouă aceste activităţi intervin în primul rînd prin poluanţi, într-al doilea prin răscolirea pămîntului (îndeosebi în exploatările miniere) şi prin depozitarea deşeurilor. Fumul, substanţele nocive, particulele de praf şi chiar substanţele radioactive scăpate prin accidente ori neglijenţă, pe care le împrăştie întreprinderile industriale pînă la mari depărtări în jur, au produs pe alocuri dezastre în lumea vieţuitoarelor, a extins smogul (ceaţa dăunătoare pînă la amplificarea mortalităţii în rîndurile suferinzilor de cord şi de boli ale căilor respiratorii). Unele substanţe toxice (de pildă, fluorul) necrozează frunzele arborilor care se usucă, distrug microorganisme din sol care contribuie direct sau indirect la fertilizarea acestuia; altele, cum sînt compuşii de plumb, duc la periculoase intoxicări, la reducerea oxigenării sîngelui, atacînd îndeosebi organismele tinere (250 000 copii din S.U.A. au fost înregistraţi cu intoxicaţii cronice de plumb). Dar sînt şi multe alte substanţe dăunătoare emanate de industrii. Acestora li se adaugă oxizii de azot (nitraţii) rezultaţi în proporţii foarte mari din traficul autorutier, care provoacă anemii îndeosebi la copii şi la animale tinere, oxizii de sulf produşi prin arderea cărbunilor inferiori şi a petrolului — sursele lor fiind încălzitul locuinţelor şi acţionarea motoarelor automobilelor — care corodează pînă şi metalele. Dar lista substanţelor nocive avînd ca surse industria, automobilismul şi încălzitul locuinţelor din marile oraşe este mult mai amplă, artificializînd mediul ambiant, dăunînd omului şi multor vieţuitoare, inclusiv vegetaţia.

Agricultura modernă, la rîndul ei, foloseşte multe chimicale (îngrăşăminte, insecticide, fungicide pentru combaterea ciupercilor care parazitează plantele cultivate, ierbicide pentru combaterea buruienilor). Unele dintre acestea, cum sînt îngrăşămintele azotoase duc la apariţia unor compuşi cancerigeni (nitrozamine) sau dintre cei ce produc anemii (methemoglobinemii); altele reduc pur şi simplu fertilitatea solurilor cînd sînt date în exces. Unele pesticide, între care cele pe bază de D.D.T., pătrund şi se fixează în corpul

Scanned with OKEN Scanner

omului provocînd leucemii, dăunează fotosintezei algelor, ca și a zooplanctonului, microorganismelor din sol, peștilor etc. Administrate în exces, toate aceste substanțe ajung în rîuri, în lacuri, în mare, în proporții de-a dreptul periculoase.

Iată doar schițată problematica transformărilor naturii prin activitățile curente ale lumii contemporane. Cu privire la unele dintre acestea, oamenii de știință au arătat căile de remediere și guvernele unor țări au legiferat măsuri corespunzătoare, cu toată rezistența anumitor grupuri tehnocrate sau ale oamenilor de afaceri. Cum însă industrializarea și urbanizarea, chimizarea agriculturii, transporturile autorutiere se amplifică în continuare, cum aglomerările urbane și industriale se extind spațial, ar urma să se ajungă în unele zone la situații îngrijorătoare. Numai că un număr tot mai mare de oameni, conștienți de pericolul dereglărilor în natură, au pornit la acțiuni de refacere a naturii. Iau amploare reîmpăduririle, limitarea unor noxe atmosferice, a deversării substanțelor toxice în apele curgătoare, reciclarea deșeurilor, punerea sub protecție a speciilor vegetale și animale periclitate. Se mai încearcă, de asemenea, înlocuirea, măcar parțială, a unor combustibili, în prezent intens folosiți, cu surse energetice nepoluante (forța apelor, a vîntului, energia solară și cea geotermică), ceea ce reprezintă de asemenea încercări promițătoare. Omul devine astfel un factor pozitiv hotărîtor.

Examinînd aceste probleme în legătură cu structura de strînsă interdependență pe care o prezintă natura, încercăm să urmărim modul în care aceasta va putea să evolueze în viitor, în raport cu creșterea explozivă a populației și cu dezvoltarea covîrșitoare a orașului în detrimentul satului. Cum va evolua „natura umanizată“ a Terrei și, în ansamblul acesteia, cum va evolua componenta viețuitoarelor, principalul regulator al echilibrului posibil în natură? Cu toate că este dificil a face prognosticuri certe, încercăm să pornim de la anumite certitudini ce se pot defini și anume de la structura mediului înconjurător pusă în evidență prin aspectul exterior definit de termenul *peisaj geografic*, pe care omul prezent acolo, îl folosește pentru acoperirea necesităților societății.

Scanned with OKEN Scanner

CARACTERISTICILE PEISAJULUI GEOGRAFIC

În vorbirea curentă, prin *peisaj* se înțelege o priveliște, un aspect dintr-un anume moment cît pot cuprinde dintr-o dată ochii omului într-un loc. Deplasîndu-se, vede o succesiune de peisaje. Dar chiar stînd pe loc un timp mai îndelungat, același peisaj prezintă schimbări firești: într-un fel apare același orizont într-o zi însorită, altfel într-una ploioasă, într-un fel apare vara, altfel iarna, într-un fel în toiul amiezii, altfel în amurg. Un călător cu îndemînare în potrivirea culorilor a prins, într-o succesiune de acuarele, aspectele sub care se prezenta un colț din Sahara. Ce poate părea, la prima vedere, mai permanent același decît un fragment de deșert! Și totuși cîtă diversitate de aspecte oferă cele vreo cîteva imagini: sub potopul de lumină a soarelui tropical în toiul amiezii, ori după o ușoară scuturare de ploaie ori la căderea de rouă, cînd nisipul capătă o culoare maro-roșcată care se reflectă pe norii „ca niște mingi de aburi maro-gălbui", altfel pe timpul unei furtuni de nisip, ori sub întunecarea norilor îngrămădiți mai adesea fără a produce ploaie, în zilele cu ceață ori sub alergătura norilor strato-cumuli cînd aerul apare albastru ca peruzeaua, cu înviorarea pe care o introduce ivirea unei caravane ori cu neantul deprimant cînd nici o ivire umană nu se zărește pînă la orizontul infinit. Asemenea priveliști de moment care pot inspira pe un artist, pe care le intuiesc poeții adesea prin reflexul lor subiectiv, constituie înțelesul comun de *peisaj*.

Noțiunea de *peisaj geografic* este mai complexă, un fel de distilare a aspectelor trecătoare. Ea nu reprezintă doar o însumare de imagini vizuale, cum sînt cele ce apar omului obișnuit sau artistului, ci o sinteză a reprezentărilor concrete ale intercondiționărilor dintre componentele naturii (relief, vegetație, ape etc.), întrepătrunse într-un grad mai mic ori

mai mare de elemente rezultate din intervenţia omului. Spre deosebire de înţelesul comun, peisajul geografic nu este numai ce vedem, ci cuprinde şi unii factori determinanţi care se fac mai puţin vizibili în imaginea de ansamblu, dar care au totuşi un rol în luminozitatea atmosferică (nebulozitate, umiditate), în căldura sau uscăciunea aerului etc. Este, deci, mai mult decît ceea ce intuim concret cu simţul vederii. Căci în peisajul geografic unii includ chiar elemente invizibile, dar care în mod indirect îi pot crea cadrul de ansamblu, cum ar fi anumite variaţii climatice (de pildă, ploaia şi seceta în savană ori în zona mediteraniană, tipurile genetice de sol etc.) Este aşadar rezultanta înfruntării tuturor factorilor care se leagă unii cu alţii de la cauză la efect, pe întreg lanţul intercondiţionărilor din natură. Astfel noţiunea de peisaj geografic se apropie întrucîtva de cea de mediu înconjurător, dar este totuşi mai puţin întinsă ca înţelesuri decît aceasta.

Peisajul geografic este, deci, *o sinteză* rezultată din îmbinarea acestor multiple elemente strîns intercondiţionate. Şi întrucît combinaţiile vizibile şi invizibile care-l compun pot fi nelimitate, infinită este şi seria peisajelor geografice de pe faţa Pămîntului. Chiar între cele ce prezintă multe asemănări, se diferenţiază unele note specifice. Identitate deplină între peisajul unui loc şi al altuia nu există oricît ai cutreiera Pămîntul în lung şi-n lat. Poate să existe un anume „aer de familie" a mai multor regiuni pe zone: cele de munte avînd certe caractere comune care le deosebesc de cele de cîmpie, cele polare alte trăsături şi alt colorit decît cele ecuatoriale, cele de stepă ori de deşert se deosebesc de cele de pădure sau de parc etc. Dar fiecare, pînă la cea mai mică unitate teritorială, îşi are particularităţile ei specifice.

Astfel conceput, nu ca o privelişte întîmplătoare de moment, ci ca *o permanenţă*, peisajul geografic nu este ceva static; el suferă o evoluţie în timp care poate fi mai lentă ori mai rapidă, întrucît însăşi unitatea şi coeziunea lui rezultă din dezvoltarea contracţiilor interne, acestea fiind propriu-zis relaţiile şi interacţiunile dialectice dintre componente, care constituie de fapt baza echilibrului natural şi deci a stabilităţii peisajului geografic. De pildă, clima influenţează asupra vegetaţiei şi apelor, iar acestea determină anumite caracteristici de faună, de aşezări şi ocupaţii omeneşti. Dar clima, prin anumiţi factori ai săi (insolaţie, îngheţ-dezgheţ,

abundența sau lipsa ploilor, intensitatea vîntului) ori apele curgătoare (îndeosebi șuvoaiele de pe pante, rîurile cu curs intermitent, spasmodic de felul *wadi* sau *oued*) contribuie la eroziunea solului. Intensificarea acesteia reduce sau anihilează cu totul rodnicia pămîntului, înlătură învelișul protector al vegetației, poate pricinui chiar migrarea populației. Toate se conexează între ele, schimbările unuia dintre elementele mediului influențînd asupra celorlalte pe care le transformă. La Conferința mondială O.N.U. pentru mediul înconjurător, ținută la Stockholm, în 1972, s-a arătat că a șasea parte din suprafața agricolă a planetei noastre se află într-o înaintată fază de eroziune, improprie pentru folosințe agricole și, mai mult de o treime din pămînturi aparținînd fondului agricol și-au pierdut mai mult de 50% din humus după un veac de folosință. Că aproape două miliarde de hectare de păduri au fost defrișate în același interval de timp. S-a arătat, de asemenea, că sute de specii de animale și chiar de vegetale au dispărut pentru totdeauna, iar deșeurile și reziduurile se acumulează an de an ocupînd suprafețe întinse, rîuri și lacuri altădată curate poartă acum ape murdare cu substanțe dăunătoare viețuitoarelor, că deasupra marilor orașe persistă calote întunecate de praf, fum, funingini. Că anumite „boli ale civilizației" se extind acum mai amenințător ca molimele ucigătoare din trecut.

Iată pentru ce ansamblul corelațiilor dintre componente capătă caracter de *sistem* care acționează unitar în întreaga structură internă a unei regiuni mari sau mici, pe principiul autoreglării. S-a afirmat pe drept cuvînt că *Geosistemul este aspectul funcțional al mediului* care a fost asemănat cu sistemul circulator cumulat cu cel nervos al unui organism. Motorii schimbărilor pot fi factorii energetici naturali ca: diferența radiației solare, ariile de mare și de mică presiune atmosferică, unele manifestări endogene ca erupțiile vulcanice, cutremurile, pot fi de asemenea mareele și curenții oceanici. Dar în decursul unor îndelungate cicluri, toate acestea se structurează în echilibre naturale care antrenează și modificări epocale ale ansamblurilor de viețuitoare (cel puțin ca repartiție teritorială, ca priorități pe specii). Dar motorii unor schimbări mult mai rapide țin de intervenția antropică intensificată în ultima perioadă istorică, devenită pe alocuri hotărîtoare.

Scanned with OKEN Scanner

Foarte important de reținut este că orice dereglare asupra unui element al geosistemului se răsfrînge asupra întregului și nu numai în regiunea unde s-a produs modificarea respectivă, ci pe areale mult mai întinse. Dereglarea în lanț, pînă la distrugerea geosistemului, pînă la anularea posibilităților de viețuire pe acel loc, este ceea ce au ignorat oamenii pînă nu demult. Și urmările n-au întîrziat să apară pe alocuri dezastruoase. Defrișarea unui teren în pantă puternic înclinată, duce la sfîrtecarea prin torenți a solului, ori la dezlănțuirea alunecărilor de teren masive. Deversarea apelor de canalizare a unui oraș sau a deșeurilor unor fabrici în apele rîului sau fluviului din apropiere produce poluare, schimbări fundamentale în fauna dar și în peisajul din apropierea apei curgătoare etc. Așa s-a ajuns ca unele mari fluvii europene între care Sena, Rhinul ș.a. sau mari lacuri, renumite altădată prin limpezimea apei, pitorescul peisajului și aerul curat din jur, să fie acum supraaglomerate de reziduuri pestilențiale.

În perioada 1970—1975 specialiștii afirmau că doar o zecime din albia Rhinului nu este poluată; pe 90% fiind apa cea mai poluată a continentului. În cartea sa, apărută și în traducere românească, Edouard Bonnefous (1976) arată că întreprinderile industriale deversează zilnic în medie 40 000 tone de clorură de sodiu și săruri de potasiu, ape clocotite care ridică pe secțiuni mediul lichid la temperaturi intolerabile pentru viețuitoare, iar navele pierd sau aruncă zilnic 300 de tone de uleiuri minerale nocive. Se adaugă, din cînd în cînd, deversarea de pesticide (îndeosebi endosulfatul) cu acțiune fulgerătoare asupra faunei. Ca urmare 4 milioane de olandezi din localitățile ce se alimentează din Rhin, au fost lipsiți în 1969 de apa potabilă necesară utilităților gospodărești. Dar nu numai acesta, ci multe alte fluvii și rîuri europene și americane, ba chiar din America de Sud și India, se află în situații în mare parte asemănătoare. Sena, de pildă, reprezintă în aval de Paris, cum se exprimă J. Dorst (1970), „un amestec de părți egale de ape de rîu și de ape provenite din rețeaua de canalizare". Vestită odinioară pentru abundența de pește (pînă acum cîteva decenii se pescuia 58 de specii), Sena inferioară a devenit improprie faunei piscicole, căci în afara resturilor de canalizare (care cuprind în mare proporție detergenți) este îmbîcsită de chimicale industriale.

Scanned with OKEN Scanner

Lacurile din zonele puternic industrializate și dens populate oferă exemple și mai grăitoare de deteriorare în lanț, pornind de la poluarea apelor lor. R. Charlier (1970) scria: „La ora actuală, viața acvatică a fost practic distrusă complet în lacul Erie și același pericol amenință și lacul Michigan". Faptul se datorește deversărilor de ape reziduale și a deșeurilor care „au perturbat în mod drastic echilibrul biologic și a modificat în rău, în mod sensibil, microclimatul și întreaga ambianță. Situația lacului Erie este de-a dreptul dramatică din cauza volumului și adîncimii reduse a apelor sale, care sînt practic *saturate* cu poluanți". Dealtfel și lacul Michigan a ajuns *un vast receptor de deșeuri și ape uzate.* Reacția merge în lanț. Două genuri de vertebrate acvatice, mai rezistente *(Petromyzon marinus L* și *Alosa pseudoharangus W)*, „au decimat pur și simplu în ultimii 10 ani o seamă întreagă de familii de pești (mai ales păstrăvul de lac), ceea ce a produs mari pagube industriei pescuitului și a conservelor". S-a trecut atunci la distrugerea celor două genuri prin otrăvire. S-au acumulat mari cantități de cadavre de pești. Procesele de putrefacție au dus la o și mai intensă poluare a apelor și implicit la o creștere rapidă a mortalității altor organisme lacustre. Speciile carnivore au trebuit reintroduse pentru restaurarea echilibrului natural. Toate acestea au avut o influență nefavorabilă asupra sănătății locuitorilor ce locuiesc pe malurile lacului. Un mare număr de localități turistice și de recreere sînt rînd pe rînd părăsite, populația acestora pierzîndu-și sursele de existență.

Ca urmare a deversării unor mari cantități de fosfați și nitrați, precum și a deșeurilor menajere, lacul Leman, pe malurile căruia se află orașele Geneva, Lausanne, Montreux, Evian, mult vizitate de turiști, a ajuns după expresia unui om de știință francez, „o cloacă rău mirositoare de murdării". Fosfații și nitrații au dus la creșterea explozivă a unor adevărate păduri de alge pe fundul lacului care consumă tot oxigenul și contribuie la creșterea dăunătoare a gazului carbonic, ceea ce duce la asfixierea faunei (J. Dorst, 1970). Iată exemple de reacții în lanț care duc la degradarea apelor și a peisajului geografic din jur, dezechilibrînd anumite activități omenești, între care în primul rînd turismul.

În această viziune, ne dăm seama că noțiunea de peisaj geografic nu se suprapune întru totul noțiunii de mediu în-

Scanned with OKEN Scanner

conjurător, ci este mai restrînsă: este doar partea vizibilă a acestuia. Căutînd să definească peisajul geografic, oamenii de știință consideră că, pe cea mai elementară treaptă taxonomică, acesta este *o porțiune omogenă de teritoriu* cu o anumită structură internă în cadrul căreia apare o anumită trăsătură dominantă care-l caracterizează. De pildă, la dimensiunile micilor unități de peisaj o fîneață se diferențiază de pădurea învecinată, albia unui rîu apare în contrast cu versanții văii sau cu interfluviul alăturat etc. S-a stabilit chiar o scară a tipurilor de peisaj, de la micile unități omogene, la marile complexe cum este savana și deșertul, stepa și taigaua, ținuturile ghețurilor polare etc. Indiferent de dimensiuni, prin structura lui peisajul geografic conduce implicit la noțiunile de geosistem și ecosistem, asupra cărora vom reveni.

Există mai multe feluri de *Variații în timp a peisajului* geografic: unele *periodice* care se repetă la intervale regulate (zilnice sau sezoniere), altele *de durată*, cu schimbări de regulă mai profunde. *Cele dintîi* prezintă o anumită ciclicitate (anotimp ploios și secetos în savană, vară și iarnă în zona temperată etc.) la care s-au adaptat viețuitoarele ecosistemului respectiv în decursul timpului, prin aceasta ele rezistînd secetelor, gerurilor, vîntoaselor astfel că nu dispar sau nu-și restrîng arealul. Arborii savanei cu frunze căzătoare, cu ritidom gros și aspru, cu rezerve de umiditate, rezistă la incendiile de brusă care se iscă incidental sau provocate în anotimpul secetos. *Cele de durată mai mare* se datorează în mod deosebit ciclurilor climatice de felul celor ce s-au manifestat în cuaternar sub forma perioadelor glaciale și interglaciale. *Variațiile accidentale*, de ordin natural, se datoresc de regulă unor calamități de felul uraganelor, inundațiilor, erupțiilor vulcanice, cutremurelor etc. Ele produc breșe pe care natura le recuperează într-un timp oarecare. *Intervențiile antropice* introduc însă mai totdeauna schimbări radicale în peisaj, multe dintre ele greu recuperabile. Înlocuirea unor pajiști cu culturi agricole înlocuiește învelișul vegetal primordial cu altul din formațiuni cultivate alogene, prin fărămițarea solului (ceea ce reprezintă distrugerea structurii naturale a solului) și mărirea posibilităților de infiltrare a apelor meteorice, se introduce o lume de dăunători specifici plantelor cultivate, se modifică complexul biotic al solului etc.

Scanned with OKEN Scanner

MEDIUL ÎNCONJURĂTOR ŞI ASPECTUL ECOLOGIC

Între *ecologie* — ştiinţa interacţiunilor dintre organismele vii (şi deci şi comportamentele acestora) şi a interdependenţei lor de mediul fizic — şi *geografia mediului înconjurător* există unele deosebiri. Dacă pentru biologie mediul natural se poate localiza oriunde este viaţă, deci chiar în adîncurile oceanului, în grote de mare adîncime etc., pentru geografie mediul înconjurător se localizează în jurul limitei de interferenţă a geosferelor, unde este ambianţa cea mai prielnică existenţei omului. Acolo se produc intercondiţionările de cea mai mare intensitate, acolo mediul capătă maximum de complexitate şi prezintă acea valoare ce face din Terra un unicat.

Reiese un caracter esenţial: pentru geografie mediul înconjurător nu poate exista fără om. Nu în înţelesul că omul trebuie să facă neapărat parte din mediul înconjurător (cînd el lipseşte este vorba de *mediu natural*), ci în acela de raportare la un reper esenţial şi acela este *omul*.

Credem că se exagerează atunci cînd se încearcă, de către specialiştii din afara biologiei, lărgirea sferei de cuprindere a ecologiei în ceea ce caută a se denumi „ecologie globală" sau „geoecologie". Ar fi o greşeală să deformăm unilateral înţelesul unor noţiuni bine fixate în rîndul ştiinţelor. Este adevărat că, demult, geografia a fost definită ca ştiinţă a relaţiilor dintre geosfere (deci inclusiv a biosferei). Ea însă nu are menirea de a acoperi decît unele probleme din sfera de preocupare a ecologiei (de exemplu analiza relaţiilor vieţuitoare-mediu) şi aceasta numai în strînsă colaborare cu specialiştii din respectivul domeniu al biologiei. Este, de asemenea, adevărat că în relaţiile dintre elementele primare ale naturii, cele neînsufleţite, şi în măsura în care acestea

suferă modificări din partea vieţuitoarelor, geografia se află în propriul său domeniu de cercetare.

Adăugăm la intercondiţionarea celor patru principale geosfere (litosfera, hidrosfera, atmosfera şi biosfera) faptul de mare însemnătate a intrării impetuoase în arenă, în decursul timpului, a unui nou factor modificator — omul. Extinzîndu-se teritorial pe întreaga întindere a uscatului Terrei *(oicumena)*, omul a transformat natura pe alocuri într-o măsură mai mare, în alte locuri într-o măsură mai mică (inclusiv — şi am putea spune în mod deosebit — pe cea biotică), astfel că a căpătat valoarea unei geosfere — *antroposfera*. Geografia, care se preocupă încă din antichitate de om în calitate de component esenţial al peisajului, al teritoriului smuls din sălbăticie şi valorificat economic, îşi are contribuţia ei netăgăduită în studierea raporturilor om-mediu înconjurător, care completează în mod necesar pe cele atît de preţioase ce intră în preocupările ecologiei.

Dar trebuie să precizăm că nu atît omul în sine se face vizibil în peisaj, ci apar concrete în primul rînd înfăptuirile rezultate din activităţile lui: case, drumuri, poduri, cîmpuri cultivate, fabrici etc. Deci, omul este prezent prin creaţia sa, prin rezultatul muncii sale. Iată pentru ce mediul înconjurător poate include destul de frecvent şi un fond de elemente social-economice. Întrepătrunderea dintre cadrul natural (inclusiv biotic) şi aşezările omeneşti, pămînturile cultivate, drumurile de legătură este de cele mai multe ori atît de strînsă încît, atunci cînd implantările acestea sînt raţional făcute, echilibrul naturii transformate de om, chiar pe o treaptă superioară de civilizaţie, se menţine în bune condiţiuni, construcţiile omeneşti nedeteriorînd natura locurilor, ci încadrîndu-se armonios în ansamblul acestora. Separarea, printr-o concepţie intransigentă, a ceea ce este *natură* de ceea ce este *amenajare omenească* chiar bine implantată în mediu, cum s-a încercat de un curent geografic cu cîteva decenii în urmă, etichetînd această îmmănunchere care există în lume drept un condamnabil „determinism geografic", era o greşeală ce denatura tocmai sensul realităţilor întîlnite la tot pasul şi pe care se poate baza raţionala gospodărire şi echilibrare a mediului înconjurător.

Asupra însemnătății relațiilor reciproce dintre om cu activitățile lui și mediul înconjurător au atras atenția întemeietorii geografiei moderne, încă din prima parte a secolului al XIX-lea, Carl Ritter exagerînd chiar aceste raporturi în favoarea omului, definind geografia drept *știința Pămîntului ca locuință a omului*. Dar chiar A. von Humboldt, care a cutreierat lumea ca să cunoască natura și să pună ordine în noțiunile dobîndite pe această cale, a ajuns pînă la urmă — „de teamă să nu rămînă opera sa necompletă" cum se exprima S. Mehedinți — să includă și pe om în componentele mediului. „Omul a devenit odată pentru totdeauna o părticică între celelalte care compun totul (întregul) geografic", scria mai departe Simion Mehedinți, cel care a pus bazele concepției noi în această știință în țara noastră.

Fără îndoială că economia și mediul se corelează prin legături strînse. Progresul tehnic, datorită căruia puterile omului s-au înzecit în anumite privințe, i-au dat acestuia o anumită independență față de mediu. Stăpînind astfel anumite componente elementare ale naturii terestre, omul contemporan a crezut că poate merge foarte departe pe această cale, schingiuind natura, de multe ori mînat de o fantezie artificializantă, construind fără să țină seama de legile ei, de evoluția ei firească. A greșit astfel nedîndu-și seama că poate zdruncina ireparabil un întreg lanț de intercondiționări, cu reflexe dăunătoare pînă departe de locul intervenției. Încă din a doua jumătate a secolului trecut Fr. Engels arăta (în „Dialectica naturii") că noi „nu stăpînim natura așa cum stăpînește un cuceritor un popor străin, nu o stăpînim în felul cum ar stăpîni-o cineva care se găsește în afara naturii", căci adaugă el „noi putem cunoaște legile ei și putem să le aplicăm în mod just" (Fr. Engels, 1966). Unii geografi au afirmat fără șovăire chiar în perioada subaprecierii condițiilor naturale (cunoscută sub numele de „nihilism geografic") că... „natura transformată de societate continuă bineînțeles să rămînă natură și să se dezvolte după legile ei, și încea mai puternică transformare a mediului geografic nu înlătură deloc necesitatea de a se ține seama de particularitățile dezvoltării lui naturale, care are loc independent de voința noastră. V.I. Lenin scria că „atîta timp cît nu cunoaștem legea naturii, ea existînd și acționînd în afara cunoașterii noastre, ne face sclavi ai necesității oarbe. În momen-

Scanned with OKEN Scanner

tul în care am cunoscut această lege, care acționează *independent* de voința și de conștiința noastră — noi devenim stăpîni ai naturii"[1], cu alte cuvinte numai cunoscînd îndeaproape modul de desfășurare a proceselor și fenomenelor naturii și acționînd în conformitate cu sensul firesc al evoluției acesteia putem reuși să transformăm mediul înconjurător potrivit scopurilor noastre fără a produce dezechilibre și distrugeri în natură.

Subliniem în această privință politica consecventă a P.C.R. de conservare nealterată a mediului înconjurător, asigurînd condiții de viață corespunzătoare poporului nostru atît în prezent, cît și în viitor. În „Programul P.C.R. de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și de înaintare a României spre comunism" (1975) se arată direcțiile multiple în care trebuie să se acționeze în vederea protecției mediului înconjurător: folosirea rațională a resurselor naturale, prevenirea sau limitarea efectelor dăunătoare ale fenomenelor naturale, adoptarea de tehnologii nepoluate, valorificarea substanțelor utile existente în deșeuri și neutralizarea efectelor negative ale reziduurilor nerecuperabile, realizarea unor mijloace de transport nepoluante, extinderea acțiunilor de cooperare internațională în domeniul protecției mediului înconjurător etc. Este un cuprinzător ansamblu de măsuri care, aplicate în mod riguros, conduc la rezultate favorabile.

Am menționat aceste idei pentru a ajunge la înțelegerea că natura Terrei prezintă în ansamblu sau pe areale oricît de mici *armonie și unitate* datorită intercondiționărilor atît de strînse dintre componentele ei. Faptul acesta a fost observat de unii oameni de știință încă de acum un secol. Dezvoltarea vertiginoasă a științei și tehnicii din ultima perioadă („revoluția tehnico-științifică"), acumularea unei vaste cantități de informații în multe domenii printre care și cel al corelațiilor dintre elementele structurilor naturale, precum și necesitatea de a pune ordine și a ierarhiza aceste cunoștințe cu ajutorul noilor discipline a cibernetici

[1] Pentru citatele din acest aliniat vezi: „. G. Sauşkin, *Unele probleme privitoare la influența reciprocă dintre societate și mediul geografic, în cursurile de geografie din școlile sovietice* (Analele româno-sovietice, ser. Biologie-geografie, nr. 4/1950, p. 79).

și informaticii au îndrumat cercetările în natură spre conceptul de *sistem*. Ca mod de organizare a ansamblurilor de elemente strîns intercondiționate unele cu altele, sistemul presupune existența unei structuri, a unei evoluții proprii și a unei ierarhizări. Pentru sistemul ce înmănunchiază natura abiotică și cea biotică s-au propus cu decenii în urmă diverși termeni, dintre care prin cernere în timp s-a adoptat termenul de *ecosistem*, asupra căruia ne-am oprit în prima parte a lucrării. Acest termen este în prezent omologat pe plan internațional, inclus în toate dicționarele enciclopedice și folosit în mod curent nu numai de biologi ci și în bibliografia altor științe.

Paralel, în ultimele decenii, constatînd că acest termen se referă numai la interacțiunile biosferei cu celelalte geosfere fără să includă și interacțiunile dintre geosferele abiotice (de felul raporturilor atmosferă-hidrosferă, atmosferă-litosferă, hidrosferă-litosferă), constatînd de asemenea că noțiunea de ecosistem lasă la o parte antroposfera, care, în afara relațiilor sale interne de ordin social, se vădește tot mai mult ca factor modificator al naturii Terrei, geografii au căutat o cuprindere mai largă în termenul de *Geosistem*. Încă din 1958 geografii sovietici I.G. Sauškin și A.M. Smirnov, în studiul despre geosisteme și geostructuri, au introdus acești termeni. Mai tîrziu biogeograful V.B. Sočeava (1963) a definit geosistemul ca „un sistem deschis, un întreg alcătuit din elemente corelate ale naturii, supus legilor naturii, acționînd în mediul geografic (sau învelișul geografic). El suferă din partea societății omenești influențele cele mai diverse, care transformă considerabil elementele sale și întreg sistemul. Aceste influențe afectează structura proceselor naturale și astfel conferă geosistemelor o nouă calitate". Cercetătorii sovietici menționați și alții subliniază că „integritatea geosistemelor se determină prin legăturile directe, inverse și transformate între componenții lor" (toate învelișurile terestre inclusiv antroposfera).

Și școala geografică franceză adoptă noțiunea, sub denumirea de *peisaj geografic*, sinonimă geosistemului, pe care-l consideră ca fiind un ansamblu dinamic format din structuri spațiale mobile în timp, că prezintă un caracter integrativ care decurge din faptul că este „o ființă" diferită de componentele care-l constituie (suportul abiotic, potențialul eco-

logic, influențele antropice) cum se exprimă G. Bertrand (1968). Este un teritoriu concret, material perceptibil, avînd caracteristici structurale întotdeauna funcționale, rezultate din interacțiunea *suport* (geologic, geomorfologic, climatic, pedologic etc.), *cuvertură* (vegetație, faună, construcții și activități umane etc.), cum specifică M. Deploux (1972). Or, definit cu prioritate antropic de Jean-François Richard (1975) ca traducere spațială a unui *sistem socio-cultural* (economic, politic) și a unui *sistem natural* al mediului înconjurător. Și școala geografică vest-germană prin Carl Troll (1966) a adoptat viziunea *geoecologică*, materializată teritorial în *geosistem*.

În țara noastră, după ce mai demult G. Vâlsan (1927) a introdus noțiunea de *peisaj geografic* cu toate implicațiile ei în regionare, V. Mihăilescu (1970) caută să definească relațiile dintre geografie-ecologie, dintre regiune geografică și ecosistem. Mai recent, A. Roșu și I. Ungureanu (1977) detaliază, într-o viziune proprie geografiei, noțiunea de *geosistem*. Indiferent de deosebirile de opinii ce s-au creat, tema în sine este de mare însemnătate teoretică și practică, fiind utilă în aplicarea justă a măsurilor pentru menținerea naturii în echilibru, chiar cînd necesitățile societății omenești reclamă folosirea unor resurse naturale, implantarea unor obiective economice, a unor localități etc. Iată de ce, în lucrarea de față se caută punțile de legătură și nu punctele de vedere antagonice dintre diferitele moduri de gîndire în acest domeniu. Cei doi termeni *ecosistem* și *geosistem* pot coexista, cu definirea precisă a fiecăreia dintre aceste noțiuni.

Scanned with OKEN Scanner

NATURA UMANIZATĂ

Întrucît tema aceasta a fost mult dezbătută în vremea din urmă, atît prin studierea deteriorărilor fiecărui înveliș terestru luat în parte, cît și prin degradarea unor ansambluri teritoriale, nu considerăm necesar să preluăm o tratare de amănunt a poluării apelor, a creării noxelor atmosferice, a eroziunii solurilor, a distrugerii unor specii de animale și a restrîngerii unor ansambluri vegetale ca pădurea sau pajiștile atît de utile omului și în același timp necesare menținerii echilibrului naturii. Încercăm doar să schițăm impulsurile principale care au făcut ca în decursul timpului omul, societatea omenească, să se dezvolte ca un factor modificator al naturii în așa măsură încît, în ultima vreme, ajutat de o tehnică superioară, să devină principalul factor modificator al mediului pe întreg arealul locuibil (oicumena), iar pe anumite porțiuni limitate, să împingă acțiunea sa pînă la distrugerea echilibrului unor ecosisteme altădată înfloritoare.

Încă din neolitic omul părăsește peșterile sau diferitele escavații naturale aflate întîmplător, și-și construiește locuințe mai adecvate trebuințelor vieții. În etapele următoare ale istoriei, în mod progresiv a împînzit o bună parte a continentelor și insulelor cu așezări mari sau mici, creînd pe alocuri construcții impunătoare cu linii arhitecturale și detalii artistice, care încă cu patru milenii înaintea erei noastre ajung edificii impresionante ca în civilizația sumeriană din Mesopotamia. Mici sau mari, așezările omenești introduc o notă proprie de înviorare și uneori chiar de înfrumusețare a peisajului natural. Prin activitățile sale tot mai diversificate pe măsura înaintării în civilizație, omul a extins pînă departe de propria-i locuință semnele prezenței sale active. Acestea au fost minime în faza vînătorii (simple poteci, gropi-capcane, vetre de foc), au devenit mai complexe în etapa

Scanned with OKEN Scanner

creșterii animalelor, adăugîndu-se celor dintîi așezări cu ocoluri împrejmuite pentru vite de tipul *kraal* cum s-au păstrat pînă tîrziu la triburile sud-africane, fîntîni pentru adăpători, bătătorirea căilor de parcurs la apă etc.

Modificările în peisaj au ajuns fundamentale în ținuturile preponderent agricole, întrucît locuitorii au trecut la defrișări de păduri (inițial pe spații areolare prin sisteme primitive de doborîturi sau arșițe), prin desțeleniri de pajiști naturale, înlocuind vegetația locală secular adaptată locurilor, cu una selecționată și poate adusă de la mari depărtări. S-a creat astfel un peisaj diferit de cel autohton, iar în măsura perfecționării sistemelor agricole, prin introducerea păienjenișului canalelor de irigație și a cultivării selective a unor plante de mai mare putere nutritivă, a terasării versanților în vederea aplicării irigațiilor, fostele peisaje s-au schimbat radical. S-au creat chiar civilizații proprii, cu tehnici adaptate condițiilor specifice locurilor în Egiptul antic, în Mesopotamia din aceeași perioadă, în China și India, în ținuturile mediteraneene din sudul Europei, unde, paralel cu agricultura, se dezvoltă pe scară largă comerțul, navigația și orașele, unde meșteșugarii pregăteau prin îndeminarea lor și un început de tehnică, mărfuri de schimb pentru obținerea produselor agro-alimentare și a materiilor prime diversificate de pe alte tărîmuri (cereale, vite, pește, lemnărie, metale brute etc.).

Fără îndoială, transformarea mediului înconjurător ajunge tot mai intensă cu timpul, iar pe anumite areale, în locurile de ample exploatări miniere, în centrele industriale, ori în cuprinsul și împrejurimile imediate ale marilor orașe, natura se află radical transformată. Prin acțiunile sale poate aduce modificări în climat — mai accentuate pe arealul intravilanului, — în hidrografie pe și mai mari întinderi, în învelișul vegetal pe suprafețe considerabile. Fiecare dintre acestea poate avea consecințe diversificate, care se extind teritorial pe distanțe mult mai mari decît arealul de producere inițială. Faptul a determinat pe unii oameni de știință să ateste existența unui *sistem antropic* de modificare a naturii terestre.

Agricultura este una dintre primele activități omenești care a introdus modificări mai însemnate în natură. Dovezile arheologice arată că ea își are începuturile

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 66 Schimbări în peisajul Mesopotamiei prin agricultură în mileniile IV—III î.e.n. (după „Istoria universală").

aproximativ din mileniul al V-lea înaintea erei noastre, în cîmpia Mesopotamiei și în estul bazinului mediteranean. Era o agricultură primitivă efectuată cu săpăliga, semănăturile făcîndu-se în „cuiburi" fie prin desțelenirea pajiștilor, fie prin poienirea pădurii, prin doborîturi și incendieri de mici dimensiuni. Era o *agricultură itinerantă* (sau nomadă, cum o numesc unii), așa cum se mai poate vedea și astăzi la unele triburi din interiorul Africii, prin Indochina (sistemul „ray"), în India și chiar prin unele părți din Mexio

(sistemul „milpa"). În cîțiva ani, locul astfel cultivat printre cioturi și trunchiuri de arbori rupți își pierdea fertilitatea, vegetația invada prin tufișuri și buruieni, pămîntul era părăsit defrișîndu-se un nou lot. Sistemul era practicat și în țara noastră în neoliticul superior. Era primul atac asupra pădurii, așadar asupra unui component principal din sistemul regularizator al echilibrului naturii.

S-au succedat unele perfecționări în agricultură, însă, o adevărată revoluționare a tehnicii cultivării pămîntului a intervenit abia prin inventarea plugului cu brăzdarul de fier (la noi, în perioada dacică). Acest instrument, perfecționat cu timpul, a dus la o creștere substanțială a suprafețelor cultivate, efectuîndu-se și unele defrișări, dar implicînd cu deosebire ținuturile de cîmpie, mai calde, lipsite de pădure sau cu păduri rare. Totuși, chiar acest sistem, care în Dacia, și în genere în Europa centrală, în jumătatea de nord a Franței etc., a menținut pădurea mai viguroasă, a adus mari rupturi de echilibru în ținuturile mediteraneene, cu populație mai deasă, cu păduri aflate într-un echilibru mai fragil și cu terenuri în pantă în proporții mai mari. Este adevărat că nu numai agricultorii poartă răspunderea distrugerii codrilor ce existau în antichitate în ținuturile din jurul Mediteranei: pe pantele munților păstorii incendiau pădurea pentru a extinde locurile de pășunat, șantierele navale au decimat codrii din Liban pentru corăbiile fenicienilor, cele din Grecia, Italia și sudul Spaniei pentru flotele țărilor respective. La fel în America centrală, agricultura primitivă practicată pînă la secătuirea solurilor a dus la impasul dispariției civilizației maya.

În savana africană incendierile repetate au dus la extinderea stepelor sărăcăcioase și la rărirea vegetației arborescente etc. Și totuși, parafrazînd pe Jean Dorst (1970) „nu putem reproșa strămoșilor noștri îndepărtați faptul că din dorința de a asigura subzistența lor și pe aceea a urmașilor lor au transformat părți din suprafața globului în vederea beneficiului lor exclusiv". Realitatea este că distrugerea pădurilor (îndeosebi în ținuturile mediteraneene) și chiar a unor pajiști bogate (îndeosebi în savană) a dus la dezlănțuirea eroziunii accelerate și la degradarea unor asociații naturale, la dispariția ori regresiunea unor specii vegetale și animale.

Scanned with OKEN Scanner

Trecînd peste secole, agricultura, cu perfecționările ei treptate, a dus mai departe acțiunea de defrișare, cu atît mai mult cu cît, în primul mileniu al erei noastre, multe așezări omenești își căutau apărarea în adîncul pădurilor pe care le-au poienit pe perimetre tot mai întinse în jur ca să-și asigure locurile de cultură. O etapă de profunde transformări se produce însă în secolul al XIX-lea, cînd sistemul *agriculturii extensive* se află într-o expansiune nemaiîntîlnită atît în Europa centrală și răsăriteană, cît și în America de Nord sau prin anumite ținuturi africane și asiatice. Decimarea pădurilor ia proporții impresionante. La aceasta contribuie, desigur, și utilizarea lemnului în furnale (în Marea Britanie, Franța, în zonele Tula și Ural, în Pennsylvania etc.). Schimbarea, radicală pe alocuri, a raporturilor dintre componentele naturale a dus la dezlănțuirea eroziunii pe întinderi considerabile.

Am examinat într-o lucrare de specialitate (V. Tufescu, 1966) formele și dinamica sub care acționează *eroziunea accelerată*, provocată de anumite intervenții antropice asupra naturii forțată pînă la deteriorarea echilibrului dintre componente, fie prin defrișări, prin desțeleniri de pajiști ori arături defectuoase, fie prin drenări cumulative a scurgerilor pe pante (datorită unor construcții rău amplasate) etc. Dereglările se corelează în lanț, accentuînd cu timpul destrucția solurilor pînă la ceea ce s-au numit „pămînturi rele" *(badlands)* frecvente în statele nord-americane Montana, Dakota, Nebraska etc. Hugh Bennett (1955), a cărui carte este considerată o lucrare de bază în studiul eroziunii solului, a calculat că în preajma celui de-al doilea război mondial, se aflau în S.U.A. 114 milioane ha de terenuri cultivate total, ruinate ori serios sărăcite prin eroziune și în afară de acestea încă 313 milioane ha de pe care eroziunea accelerată a înlăturat în mare parte orizonturile superioare ale solului, cele mai bogate în humus, element care dă fertilitatea acestora. Este, după aprecierea acelui om de știință, rezultatul unei perioade de circa un veac de extensiune a terenurilor arabile în detrimentul pădurilor și a pajiștilor naturale. Și tot el a calculat că în acea țară eroziunea îndepărtează anual 2 700 000 000 tone de materiale pămîntoase de pe cîmpurile cultivate și pășunile S.U.A., că numai fluviul Mississippi

Scanned with OKEN Scanner

transportă și depune anual în delta sa 650 milioane tone de aluviuni.

O însumare bazată pe evaluări recente (1979) asupra intensității proceselor de eroziune — apreciate pe baza transportului și depunerilor în mări a aluviunilor adunate de torenți, rîuri și fluvii — arată că în India sînt deversate în ocean peste 6 miliarde tone de pămînt, care sărăcesc într-un ritm extrem de rapid solul arabil al țării. În Africa proporția este și mai mare (în medie 700 tone pe km^2), de pe întreg continentul înlăturîndu-se anual cîte 21 miliarde tone sol arabil.

Dar, în afara apelor, și *vîntul* își ia partea sa de pradă de pe terenurile dezgolite prin defrișare, desțelenire și afînare prin arături. Într-o singură zi din mai 1934, un vînt de o violență extremă „a smuls solul transformat în pulbere de pe un vast teritoriu aparținînd statelor Kansas, Texas, Oklahoma, precum și din regiunea răsăriteană a statului Colorado, ducîndu-l spre răsărit, sub forma unor nori negri, care au parcurs astfel 2/3 din continentul american". O parte din acești nori de praf, care au transportat 300 milioane tone de praf, au întunecat Washingtonul și New York-ul, iar alta a trecut mai departe depunîndu-se în apele Atlanticului. Și alte furtuni de praf au fost riguros urmărite, unele spulberînd țărîna fină de pe 450 000 km^2, au transportat la peste 1 000 km peste 200 milioane tone de sol fertil pe care l-au depus peste drumuri, așezări omenești etc.

Fenomenul nu este specific doar Americii de Nord. El a fost descris de V.A. Obrucev (1952) și pentru stepele ponto-caspice. O asemenea furtună de praf, care s-a produs în 26 și 27 aprilie 1928, a cuprins un teritoriu de 400 mii km^2, măturînd de pe terenurile precaspice o pătură de sol groasă între 12 și 25 mm, depunînd în vestul R.S.S. Ucraina cîte 24 tone de praf pe km^2, în sudul și estul țării noastre cîte 15 tone pe km^2, iar în sud-estul Poloniei cîte 12 tone pe km^2 (G. Ionescu-Sisești și I. Staicu, 1958). Evaluările făcute cu acel prilej de către C. Ioan (1928) au arătat că numai pe teritoriul țării noastre s-au depus 148 milioane m^3 de praf.

Cele aproape 80 milioane tone, ce depune anual Dunărea la vărsare, reprezintă o cantitate aproximativ egală de materii pămîntoase dislocate prin eroziune de pe pantele cultivate agricol din întreg bazinul fluviului. S-a afirmat chiar

că formarea deltei secundare de la gura Chiliei, care a început a se individualiza de la sfîrșitul secolului al XVIII-lea și a continuat cu intensitate deosebită în secolul al XIX-lea, ar fi rezultatul trecerii impetuoase de la păstorit la agricultura extensivă în sectorul mijlociu și inferior al acestui bazin fluvial, cu dezlănțuirea eroziunii.

Despăduririle (primitiv prin doborîturi, seciuire ori incendiere, modern prin tăiere mecanizată „rasă") duc la modificarea nivelului freatic, la micșorarea infiltrărilor apelor meteorice, la amplificarea scurgerilor pe pante, deci la formarea șuvoaielor și întețirea eroziunii de adîncime prin ogașe și ravene. Produc de asemenea schimbări radicale în macro și microfauna solului. De la un timp nu necesitățile de obținere a noi terenuri agricole, ci în primul rînd obținerea de materie primă lemnoasă contribuie la defrișarea pe scară largă a pădurilor îndeosebi în zona intertropicală. După anuarele F.A.O., se defrișează, pe ansamblul globului terestru, cîte 20 ha pe minut. În acest ritm se estimează că pădurile ar putea dispare complet în 85 de ani. După aceeași sursă, consumul de lemn crește vertiginos. Dacă acesta ajunsese în 1953 la 1,7 miliarde m^3 masă lemnoasă, în 1976 se ajunsese la 2,5 miliarde m^3, prezentînd tendințe de creștere. Din această cantitate, aproape 45% se folosește pentru trebuințe gospodărești (încălzit, prepararea mîncării etc.), 13% pentru celuloză și hîrtie, aproximativ aceeași cantitate pentru construcții, restul pentru diferite ramuri ale industriei (inclusiv mobilă, ambalaje) etc. În ultimele trei decenii a crescut rapid procentul folosirii lemnului pentru hîrtie și celuloză. Ziarele, revistele, cărțile și-au amplificat extrem de mult aparițiile și tirajele. Defrișările sînt mai moderate (la limita creșterilor anuale) în Europa, America de Nord și U.R.S.S. (Siberia), dar au luat proporții catastrofale în unele ținuturi intertropicale. În Africa ecuatorială pădurea și-a restrîns enorm arealul, pe de-o parte pentru producția de hîrtie, lemn pentru mobilă, dar mai ales pentru extinderea plantațiilor de cacao. În statul Parana (Brazilia) pădurea a scăzut numai în două decenii cu 5 milioane de hectare din totalul de 7,6 milioane ha. La fel în Ghana, Nigeria, Kenya etc. În acest ritm pădurea virgină din ținuturile ecuatoriale ar putea să dispară în cursul unei generații.

Scanned with OKEN Scanner

Și *apele oceanelor și mărilor*, un amplu domeniu al vieţuitoarelor, a fost atacat din plin. Pescuitul, cu vechimea lui milenară, a luat în ultimul secol proporţii pe alocuri îngrijorătoare. Producţia de peşte, statistic înregistrată, a crescut de la 4 milioane tone în 1900, la 73,5 milioane tone în 1977. S-ar părea că prin dimensiunile lui uriaşe vastul domeniu oceanic nu s-ar resimţi prin exploatarea acestor cantităţi. Dar întrucît pescuitul se limitează de preferinţă la anumite zone tradiţionale (de pildă Pacificul de nord-vest şi Atlanticul de nord-est contribuie cu jumătate din producţia pescuitului mondial) şi la un număr redus de specii (cu deosebire: scrumbii, heringi, sardele, morua, thon, macrouri), se poate vorbi pentru anumite zone de începutul unei „crize“ a faunei piscicole. Vînatul cetaceelor a depăşit pentru unele specii limitele normale de înmulţire. Dispariţia unor specii dintre aceste mamifere marine sau scăderea numerică îngrijorătoare a altora constituie de asemenea un semnal de alarmă pentru ecologia Terrei.

Construcţiile industriale produc, de asemenea, mari modificări în peisajul geografic, desfiinţînd aproape integral natura din amplasamentul respectiv. În plus, ele creează mari presiuni asupra rocilor din substrat, ceea ce poate implica deplasări de terenuri îndeosebi cînd se află în apropierea unui versant. Prin construirea unor mari depozite şi cisterne, a unor uriaşe halde etc. se creează presiuni care modifică densitatea în stratele de bază, grosimea apei peliculare se diminuează, iar o parte din apa conţinută în porii rocilor este „stoarsă“ înmuind pînă la fluidizare anumite orizonturi mai expuse. Procesul se complică atunci cînd apele freatice se află deja sub presiune, astfel că adaosul nou de presiune provoacă un fel de plutire, pe planul înmuiat al rocii (cu deosebire în cazul celor impermeabile), ceea ce explică producerea unei anumite categorii de alunecări de mari proporţii, cum a fost cea de la Memphis, statul Tennessee (S.U.A.) în iulie 1926. Ceva tot din categoria tasărilor, dar fără alunecare laterală se produce în cuprinsul capitalei mexicane. Acest oraş, în creştere vertiginoasă (de la 470 000 locuitori în 1912, la 13,9 milioane locuitori în 1978), unde se folosesc pentru alimentarea proprie bogatele surse acvifere din subsol, fiind aşezat pe locul unui lac colmatat, deci cu terenuri uşoare, prezintă o scufundare accen-

Scanned with OKEN Scanner

tuată (15 cm pe an). Măsurătorile arată că în jumătate de secol (1925—1975) orașul s-a scufundat cu 7 metri.

Se cunosc bine efectele poluante ale industriei prin eliminarea în atmosferă a unei mari cantități de gaze (fum și aburi) și particule fine de impurități solide care crează calote întunecate ca niște nori de furtună, dar nocivi, care plutesc deasupra aglomerărilor industriale. Cele mai intens poluante sînt: termocentralele, furnalele și oțelăriile, fabricile de ciment și un însemnat număr dintre cele chimice. Nu ne oprim asupra categoriilor de substanțe chimice eliminate în aer și depuse cu timpul pe case, pe străzi, pe covorul vegetal din împrejurimi, dar și în plămînii oamenilor de unde sînt vehiculate în organism pricinuind îmbolnăviri, anemii, malformații etc. În Pennsylvania, la Pittsburgh și împrejurimi, se depun anual în medie 610 tone de praf pe mila pătrată. O adevărată îngropare lentă.

Schimbările de peisaj în zonele industriale stau sub influența consumului mare de apă, de unde necesitatea aducțiunilor pe conducte ori a creării unor mari lacuri de acumulare în apropiere, construirea unei ample rețele de transport (feroviare, rutiere, subterane și aeriene, conducte petroliere și de gaze, cabluri electrice) pentru alimentarea cu materii prime și energie. A apărut necesitatea cazării forței de muncă, de unde construcțiile de locuințe, ori supraîncărcarea mijloacelor de transport în comun pe anumite areale înconjurătoare. Toate schimbă radical peisajul anterior verde și cu aer bun, dar schimbă și raporturile intime dintre componentele ecosistemului preexistent.

Transporturile, și îndeosebi cele autorutiere, sînt considerate în prezent una dintre cele mai importante surse de impurificare atmosferică. Autovehiculele consumă mari cantități de oxigen (un singur autoturism consumă la 1 000 km o cantitate de oxigen necesară unei familii de patru persoane pe timp de un an) și emană cantități de hidrocarburi, oxid de carbon, oxizi de azot, precum și mici cantități de plumb. „Să nu uităm că pe șoselele Terrei aleargă circa 300 milioane de autovehicule! La fiecare mie de litri de benzină, un motor cu combustie internă evacuează 337 kilograme de substanțe care poluează atmosfera, îndeosebi oxid de carbon“ (S. Negut, 1978).

Scanned with OKEN Scanner

Toate aceste modificări și altele încă, asupra cărora nu ne-am oprit în acest capitol (poluarea apelor prin reziduuri industriale sau prin spălarea substanțelor chimice din agricultură, evacuarea de gaze și substanțe reziduale din avioane, accidentele navale petroliere etc.) sînt reunite într-un fel sau altul în spațiul marilor aglomerări urbane, în cuprinsul cărora natura este modificată la maximum. *Orașul mare* duce la extrem asemenea modificări ale naturii, pînă la crearea unui habitat propriu. Vegetația parcurilor și a bulevardelor este în întregime plantată cu specii aduse din alte părți ale lumii și ea are de luptat cu un mediu neprielnic (piatră, asfalt, ziduri, tablă și fierării, care răsfrîng insolația ca un cuptor încins; apele de ploaie nu se infiltrează decît pe o dungă de sol cumulîndu-se pe rigolele străzilor spre canale; noxele au contribuția lor negativă), astfel că și vegetația și păsările arboricole, ori fauna din sol este rară și profund schimbată. Și, ca notă comună epocii noastre, populația tinde tot mai mult să se așeze și să locuiască în mediul artificial al marelui oraș, depărtîndu-se astfel de natură, pe care o dorește în continuare și o caută în evadările de sfîrșit de săptămînă, dar în interiorul căreia se comportă stîngaci ca niște dezrădăcinați.

Se poate vorbi astfel de un peisaj natural și un peisaj antropizat, cu o gradație la capătul căreia natura este schingiuită ori desființată, căci un parc de felul celui de la Versailles nu mai este un petic de natură, ci cu totul altceva. Oricît de încîntătoare sînt aleele de arbori geometrizați, peluzele mereu tunse la o anumită înălțime, treptele de marmură și bazinele cu fîntîni țîșnitoare meșteșugit sculptate nu au comun cu natura decît vagi întruchipări permanent strunite de grădinari. S-a spus pe drept cuvînt că dacă marile aglomerări urbane reprezintă și ele *peisaje geografice*, acestea sînt foarte puțin întrepătrunse de natură.

„EXPLOZIA DEMOGRAFICĂ“ ȘI NATURA

Sub raport demografic, perioada contemporană se caracterizează printr-o creștere accentuată a populației globului. Dacă la începutul mileniului nostru trăiau, în întreaga Lume, circa 250 milioane de locuitori, au trebuit șase veacuri și șase decenii pentru ca cifra să se dubleze ajungîndu-se la jumătate de miliard locuitori (aproximativ la 1660). Următoarea dublare — cu o creștere de încă 500 milioane locuitori — a necesitat 180 de ani, astfel că pe la mijlocul secolului al XIX-lea populația globului a ajuns la 1 miliard locuitori. Ulterior creșterea populației lumii se face în ritm tot mai accentuat. Ratele de creștere pentru fiecare miliard de locuitori în plus se scurtează din ce în ce în perioada următoare: 9 decenii pentru a se ajunge la 2 miliarde locuitori (în 1930), numai 3 decenii pentru a se ajunge la 3 miliarde locuitori (în 1960), doar 15 ani pentru a se ajunge la 4 miliarde locuitori (în 1975). În martie 1980 s-a anunțat atingerea cifrei de 4,5 miliarde locuitori. În acest ritm ar urma ca cel de-al cincilea miliard să fie atins doar în 10 ani (1975—1985).

Pentru a caracteriza această creștere rapidă a populației, fără egal în vreuna din perioadele anterioare ale istoriei omenirii, specialiștii folosesc expresia de „explozie demografică“ sau de „mareе umană“. Cum va continua să se desfășoare în următoarele decenii creșterea populației globului, o arată prognozele, care pînă în anul 2000 se diferențiază ușor între ele. În acel an, al unui început de secol și de mileniu nou, omenirea ar ajunge după unii la 6,5 miliarde, după alții la 6 miliarde locuitori. După acea dată prognozele se diferențiază mai mult, ceea ce se explică prin faptul că ritmurile de creștere se modifică de la o țară la alta.

Scanned with OKEN Scanner

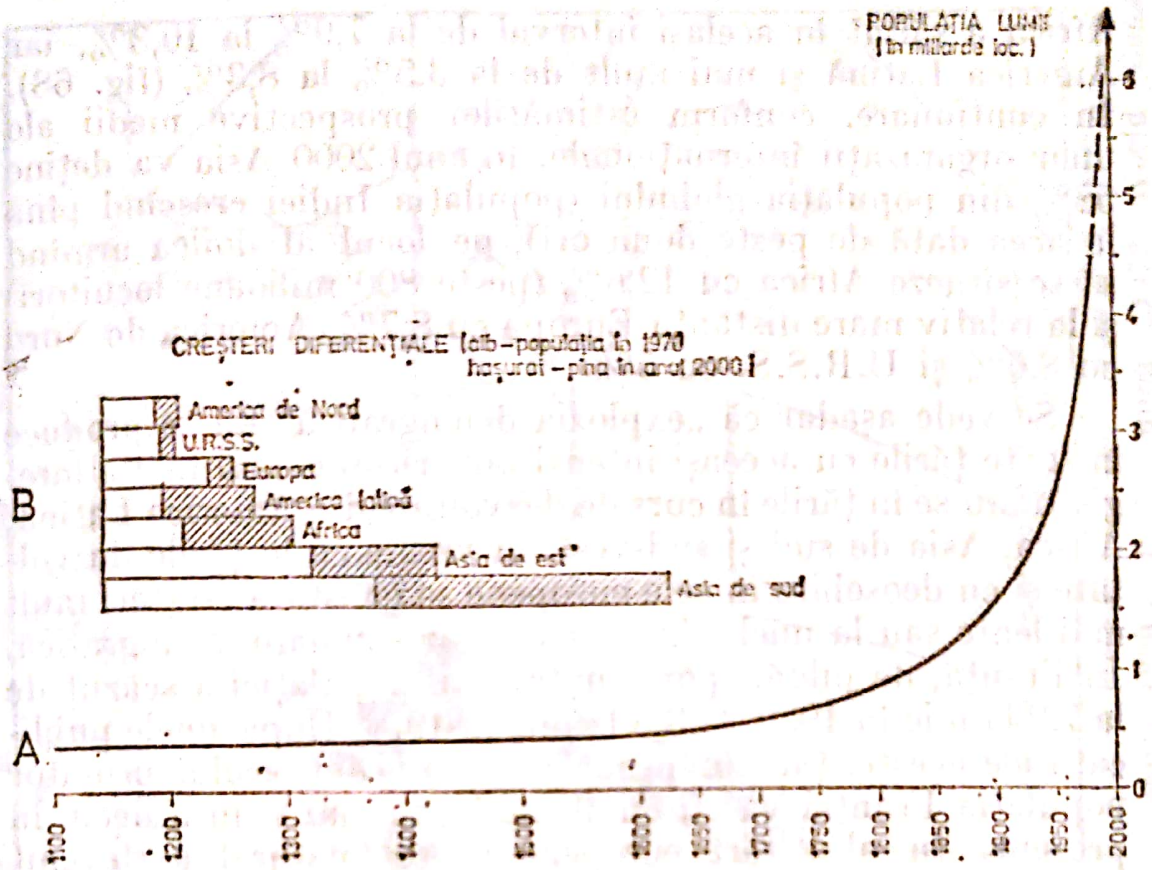


Fig. 67 „Explozia demografică" contemporană: **A** — curba creșterii populației lumii în mileniul nostru, **B** — creșterile pe continente și mari spații continentale (în ultimele trei decenii înainte de anul 2000).

De unde provine această „explozie demografică?" Urmărită pe țări sau pe mari arii continentale, creșterea populației prezintă diferențe însemnate. Conform Anuarului Statistic al R.S. România 1980, se constată că, în anul 1978, Asia fără U.R.S.S. — cuprinzînd două mari aglomerări, una în est, R.P. Chineză cu 933 milioane locuitori, alta în sud, India cu 638 milioane locuitori — deținea 57,7% din populația întregii lumi, procent în creștere față de 1930, cînd cuprindea 54%. Pe al doilea loc, dar la mare distanță, se situează Europa fără U.R.S.S. (480 milioane locuitori) care nu mai deținea în 1978 decît 11,2%, în scădere față de 1930 cînd deținea 17,1%. În proporții mai atenuate, dar tot în scădere ca pondere față de totalul mondial, se situează U.R.S.S., care deține 6,1% (față de 8,6% în 1930) și America de Nord cu 5,7% (față de 8,1% în 1930). Aspecte inverse se constată pe alte mari spații continentale:

Scanned with OKEN Scanner

Africa a săltat în același interval de la 7,9% la 10,3%, iar America Latină și mai mult de la 3,5% la 8,3% (fig. 68). În continuare, conform estimărilor prospective medii ale unor organizații internaționale, în anul 2000 Asia va deține 58% din populația globului (populația Indiei crescînd pînă la acea dată de peste două ori), pe locul al doilea urmînd să se situeze Africa cu 12,6% (peste 800 milioane locuitori) și la relativ mare distanță Europa cu 8,7%, America de Nord cu 8,6% și U.R.S.S. cu 5%.

Se vede așadar că „explozia demografică" nu se produce în toate țările cu aceeași intensitate: ritmuri mai înalte înregistrîndu-se în țările în curs de dezvoltare din America Latină, Africa, Asia de sud și sud-vest, în vreme ce în țările dezvoltate și cu deosebire în cele europene se constată creșteri mult mai lente sau la unele dintre ele chiar stagnare demografică. În Franța, de pildă, sporul natural al populației a scăzut de la 7,9 la mie în 1950, la 3,5 la mie în 1978. După unele publicații ale acestei țări, în primele decenii din secolul următor populația Franței va fi cu 10 milioane mai redusă decît în prezent. În alte țări europene sporul natural a devenit de cîțiva ani negativ. Anuarul Statistic al R.S. România pe 1980 arată asemenea situații în Austria: — 1,2, R.D. Germană: —0,1, R.F. Germania: —2,4, iar în alte cîteva țări, sporuri apropiate de zero (Marea Britanie 0,1, Suedia 0,4, Belgia 0,7 etc.). În Europa, cu excepția Albaniei — singura în care sporul natural depășește 15 la mie — , a R.S. România, R.P. Polone, Spaniei și R.S.F. Iugoslavia, care depășesc puțin sau se apropie la 10 la mie, cele mai multe țări aveau în 1978 sporuri naturale sub 5 la mie (Danemarca, Elveția, Finlanda, Franța, Italia, Norvegia, Olanda, Ungaria), puține între 5 și 8 la mie.

În același timp în țările Africii, ale Americii Latine (ceva mai atenuat în Argentina și Chile), în țările Orientului Mijlociu și ale Asiei de sud sporul natural se ridică la 20—30 la mie, iar în unele depășește chiar 30 la mie (El Salvador 31, Mexic, Honduras și Nicaragua 33, Venezuela 34; Algeria 32; Zimbabwe 33, Liberia 34, Kenya 38, Libia 41, Coasta de Fildeș 60; Pakistan, Vietnam ș.a. 31, Siria, Iordania ș.a. 33, Kuweit 62 etc.) Sînt așadar sporuri chiar de 10 ori mai mari decît în unele țări europene.

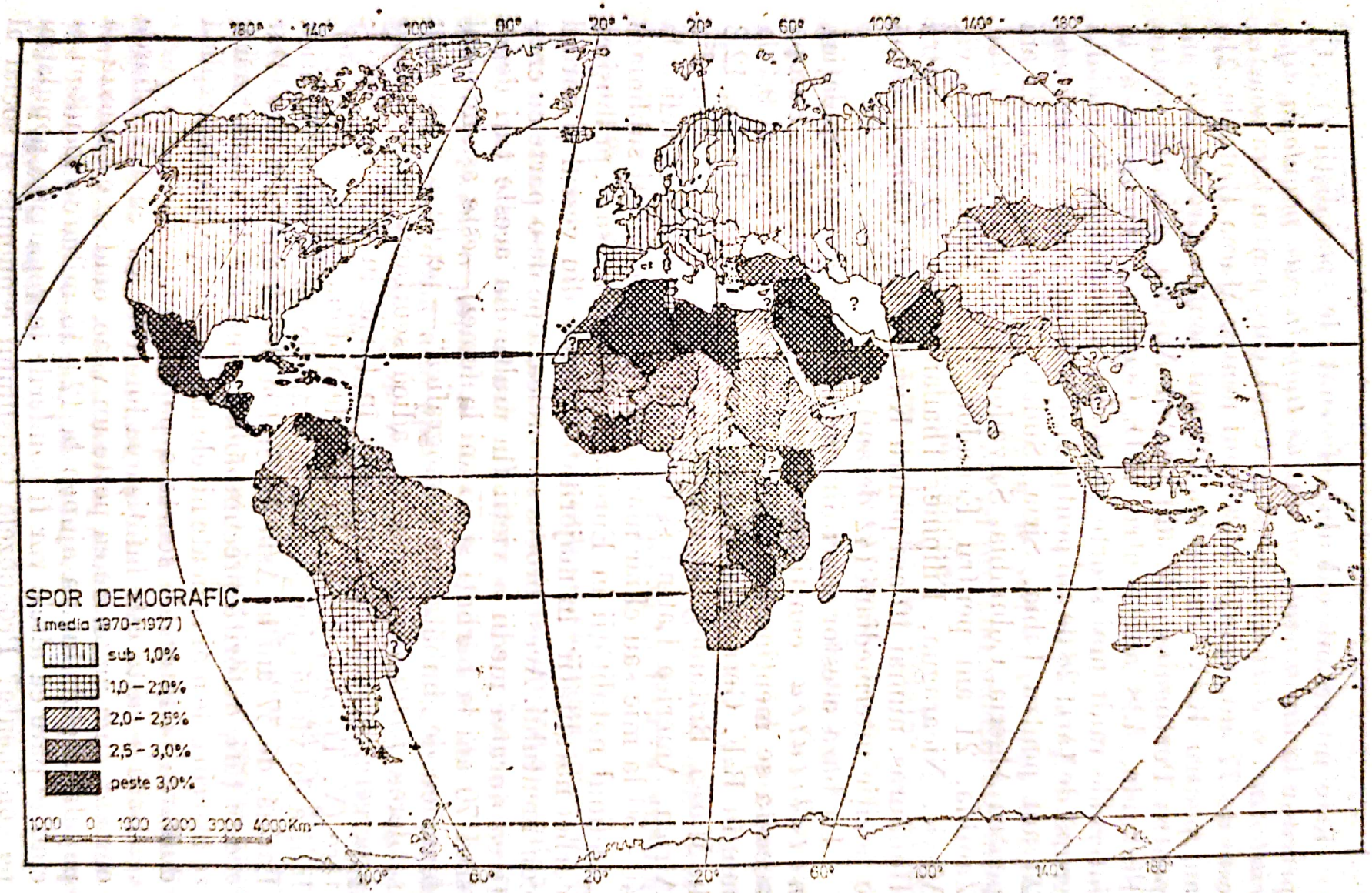


Fig. 68 Sporul natural al populației în țările lumii (media anilor 1970 — 1977), după „1979 World Bank Atlas", Washington, 1979).

Este interesant calculul efectuat de specialiștii O.N.U. privitor la *durata intervalului de timp în care populația diferitelor țări se dublează*. Acest interval, care pentru țara noastră este de 77 ani, ajunge la 204 ani pentru Marea Britanie, 216 ani pentru R.F. Germania, 223 ani pentru Grecia, 225 ani pentru Portugalia, 282 ani pentru Austria, 345 ani pentru Finlanda, 438 ani pentru R.D. Germană. Dimpotrivă în intervale mult mai scurte se dublează populația în cealaltă grupă de țări: 28 de ani pentru India, 24 ani pentru Venezuela, 23 ani pentru Libia, Siria, Sudan, Tanzania ș.a., 22 ani pentru Algeria, Columbia, Salvador, Egipt, Pakistan, Qatar, Zambia, 21 ani pentru Ecuador, Irak, Iordania, Kenya, Mexic, Nicaragua, Filipine, Thailanda ș.a. 20 ani pentru Honduras, numai 10 ani pentru Kuweit. R.P. Chineză ocupă o poziție intermediară (42 de ani).

La baza acestor mari diferențieri în creșterea populației, *natalitatea* constituie factorul esențial. În Europa aceasta se menține în medie la 15—17 la mie (numai 9,4 la mie în R.F. Germania, 11,3 în Austria, 11,3 în Elveția, 12,3 în Marea Britanie), în vreme ce în majoritatea țărilor din Africa, America Latină și Orientul Mijlociu ea se ridică la 40—50 la mie sau chiar mai mult. Unii specialiști subliniază „declinul natalității în Europa occidentală" sau „prăbușirea curbei natalității" în majoritatea țărilor din vestul și nordul continentului. Acest proces se corelează pe de-o parte cu creșterea duratei medii a vieții (în multe din aceste țări depășind 70 ani la bărbați și 75 ani la femei) — este așa-numitul fenomen de „îmbătrînire demografică" — pe de altă parte cu scăderea *fertilității feminine*, adică scurtarea perioadei de procreere, ajunsă însă maximă în țările în curs de dezvoltare (V. Trebici, 1974). În cea de-a doua categorie de țări, limita de vîrstă ajunge doar la o medie de 63 ani în America Latină, de 57 ani în Asia de Sud și de 46 ani în Africa. Dar aceste țări, datorită precumpănirii grupelor de vîrstă tînără, se înscriu cele mai ridicate nivele ale natalității. Faptul explică dublarea la intervale scurte a populației.

Dacă aceasta este înfățișarea lumii de azi, cu 4,5 miliarde oameni, cum va apare ea peste un veac, cînd se estimează că populația globului va ajunge la 12—15 miliarde locuitori și cînd se pare că altele vor fi ponderile în repartiția populației pe continente? Prognozele Consiliului economic și social al

Scanned with OKEN Scanner

O.N.U. arată că, la varianta medie de 12,2 miliarde locuitori,[1] diferențierile între grupa țărilor din nordul și cele din sudul globului pămîntesc se vor accentua mult, în proporție de 3,1 miliarde la cea dintîi față de 9,1 miliarde la cea de-a doua. În raport cu această prognoză, *sporurile de populație* ar urma să fie peste un veac de: 119 milioane locuitori pentru Europa, de 103 milioane pentru America de Nord, de 145 milioane pentru U.R.S.S. și mult mai ridicate pentru Asia de est 769 milioane, pentru America Latină 973 milioane locuitori, pentru Africa cu un plus de 2,1 miliarde locuitori și mai ales pentru Asia de Sud cu un plus de 3,98 miliarde locuitori. Așadar raporturi profund modificate între marile spații continentale ale globului.

Nu insistăm asupra presupunerilor demografice și socio-economice pentru un timp atît de depărtat. Este însă necesar ca împărțirea actuală a lumii în țări bogate și țări sărace să fie lichidată, ca multe teritorii stepice să fie cultivate cu ajutorul irigațiilor, să sporească substanțial producția agro-alimentară a lumii. Pe această din urmă temă, legată de *asigurarea hranei* unei populații de trei ori mai mare decît cea actuală, părerile se despart cel puțin în fixarea cuantumului posibil de atins în viitor.

După unele opinii, care supradimensionează posibilitățile viitorului apropiat, „numai în condițiile folosirii mai intensive a posibilităților actuale din agricultură, planeta noastră ar putea hrăni o populație cu mult mai mare: 30 miliarde locuitori", sau după alte aprecieri „globul pămîntesc poate hrăni o populație de 30 de ori mai numeroasă decît cea actuală — deci în jur de 120 miliarde locuitori!" (citate după S. Neguț, 1978). Cînd oamenii de știință analizează cu atenție condițiile de mediu atît de diferențiate pe zone și chiar pe subdiviziuni ale acestora, sînt mai reținuți cu prognosticurile

---

[1] Nu punem în discuție varianta superioară care întrevede 15,8 miliarde locuitori, care ni se pare hazardată, deoarece după o perioadă de sporuri extreme din unele țări, pot surveni plafonări spontane în creșterile foarte mari ale populației, prin scăderea natalității și, deci, implicit, a sporului natural.

Scanned with OKEN Scanner

prea avîntate. Trei elemente esențiale trebuie avute în vedere pentru oricare teritoriu: solurile, clima și apa.

Solurile în zona tropicală, cu ploi sezoniere sau insuficiente (savane, stepe, deșerturi), sînt de tipul latosolurilor rezultate dintr-o alterare intensă și o acumulare de cruste superioare datorită intensei evaporări. Se produce o foarte activă spălare a silicei din sol, ceea ce face ca acesta să devină extrem de poros, astfel că apa ploilor se infiltrează cu repeziciune, accentuînd aspectul de secetă pedologică. Iar oxizii de fier (rugina) și cei de aluminiu se acumulează în mare cantitate în sol, dînd colorația intens roșiatică atît de caracteristică locurilor. Humusul, care dă fertilitate solurilor din zonele temperate, lipsește cu totul datorită devorării rapide a resturilor vegetale de către mulțimea bacteriilor, nepermițînd astfel încorporarea substanței organice. În alte ținuturi, la latitudini mai mari (prerii, veld-ul Africii australe etc.), evaporarea intensă scoate la suprafață efloreșcențe sărate sau chiar cruste albicioase de săruri, ca în vestul pampei argentiniene, ca „alkali-flats" din Marele Bazin al S.U.A. etc. Toate aceste soluri au o fertilitate slabă pe care o pierd cu totul după doi-trei ani de cultivare. Aplicarea de îngrășăminte minerale indicate în ținuturile temperate nu ameliorează situația, nefiind încorporate în sol ci intrînd și ele în procesele chimice arătate, sînt repede eliminate sau acumulate în crustele menționate. Numai în văile cu aluviuni depuse la revărsările anuale solurile prezintă o fertilitate mai mare și o umiditate mai îndelungată.

Tehnicile agricole sînt însă, pe mari întinderi din acele ținuturi, încă foarte primitive, cu așa-numita *agricultură itinerantă*, care presupune strămutarea ogorului cultivat după cîțiva ani, întrucît locul își pierde rapid fertilitatea. Localnicii, îndeosebi cei din savană, au convingerea că incendierea ierburilor savanei crează prin cenușa rezultată un îngrășămînt, care, deși conține potasă nu este îngrășămîntul cel mai nimerit acolo, unde mai degrabă ar fi necesare îngrășăminte azotoase și într-o oarecare măsură cele fosfatice. Dezavantajul este că din solul „suflat de foc" dispare o mare parte din microfauna atît de necesară recoltelor, rezistînd însă semințe nefolositoare care impun apoi plivitul. Se rupe un lanț trofic al condițiilor locale și apar biocenoze sărăcite. Tehnica agricolă este în general primitivă: săpăliga, principala unealtă

de muncă. Un început de arătură, cu plug primitiv, se folosește în unele ținuturi din Africa și pînă în Asia de sud-est. Acesta este marele domeniu unde trebuie introduse mijloace moderne de cultură, pentru a sprijini țările cu sporuri demografice explozive, fără acoperire în alimentație. Piedica esențială rămîne nefertilitatea solurilor, care trebuie tratate în mod cu totul diferit decît cele din zona temperată.

Mai avantajată este agricultura din cuprinsul stepelor aparținînd zonelor de climă temperat-continentală. Solurile sînt acolo mai bogate în humus, deci mai fertile, iar irigațiile mult mai extinse. În 1975 existau în Europa (fără U.R.S.S.) 12,7 milioane ha irigate, în U.R.S.S. 14,5 milioane ha, în S.U.A. 16,5 milioane ha, în Iran (după estimații) 5,3 milioane ha, în Irak 4,1 milioane ha, în Turcia 1,9 mil. ha, pe primul loc în lume situîndu-se R.P. Chineză cu 84,7 milioane ha irigate (Fr. Conac, 1978). Dealtfel, în multe dintre aceste ținuturi cu agricultură mai veche, echilibrul biocenotic a fost multă vreme bine întreținut. „Cultivatorul european a știut să mențină pînă nu demult, cum scrie J. Dorst (1970), un fericit echilibru între cîmpurile cultivate, mărginite de garduri și întrerupte de crînguri, și natura sălbatică formată din păduri și bălți. O rotație bine îndrumată a culturilor conform practicilor milenare întreține o înaltă productivitate a solului și asigură permanența randamentului său". După același autor, culturile moderne, intens mecanizate, chimizate etc. substituie lanțurile trofice anterioare bine echilibrate de vechiul agricultor, unor complexe simplificate, cu înlăturarea multor componente de pe sol și din sol, creînd formații artificiale foarte periclitate pentru viitor, dar în prezent cu mari sporuri de producție.

Clima uscată a zonelor tropicale se datorește faptului că aerul se află în permanentă descendență în cadrul dinamicii generale a atmosferei, încălzirea adiabatică reducînd umezeală relativă a aerului la valori foarte mici (la altitudini mari atmosfera este dominată în permanență de aer dens anticiclonal). Sînt condiții care explică extraordinara putere de evaporare a suprafețelor umede și a solului. Evaporația anuală depășește cu mult cantitatea precipitațiilor primite. De pildă, în deșertul Sonora (nord-vestul Mexicului), evaporația depășește de 20 de ori cantitatea ploilor; la fel în Sahara algeriană. Aceasta este cauza absorbirii cu aviditate a apei

Scanned with OKEN Scanner

din roci (adusă prin mișcarea capilară ascensională la suprafață și pe loc evaporată) și bineînțeles pe cea din plante, care se ofilesc și pier. Pămîntul uscat și crăpat constituie caracteristica locurilor.

Singurele precipitații, ce cad rar în aceste deșerturi, se datoresc furtunilor de natură convectivă, violente, ce se produc prin pătrunderea în anumite condiții a aerului ecuatorial sau tropical oceanic. Are loc o rupere de nori, putînd cădea într-un scurt interval precipitații echivalente cantitativ cu cele ale unui an întreg, uneori, chiar a mai multor ani. Văile se umplu în foarte scurt timp cu ape ce curg vijelios, se revarsă peste maluri producînd inundații cu inerente pagube. După trecerea furtunii, apa de pe văi și umezeala din sol sînt absorbite cu repeziciune și uscăciunea reintră în starea obișnuită.

Temperatura din deșerturile tropicale este deosebit de ridicată în miezul zilei, cînd soarele se află la verticală. Sînt cunoscute ca deșerturi fierbinți sudul Arizonei, unele părți ale Saharei etc. La Bou Bernous în sudul Algeriei, temperatura medie zilnică depășește în iulie 38°C. Această cifră reflectă și scăderile de temperatură din timpul nopții (amplitudinea termică diurnă putînd să depășească 30°C), pentru că, de fapt, în miezul zilei temperatura la umbră poate urca la peste 50°C (la Azizia, în sudul Libiei, s-au înregistrat 58°C la umbră).

În asemenea situații, condițiile pentru vegetație sînt foarte vitrege. Pe mari întinderi roca rămîne golașă. Doar prin ascunzișuri mai umbrite, ori pe văi adăpostite, anumite specii vegetale mai rezistente se pot fixa. Unele plante s-au adaptat însă lungilor perioade de secetă, prin reducerea frunzelor sau prin înmagazinarea de rezerve de apă în tulpini cărnoase (cazul cactușilor). Înfruntă deșertul chiar mici plante lemnoase cum este cătina *(Tamarix)*.

Apa, în regim de irigație, este de asemenea absolut necesară pentru agricultura modernă, chiar în ținuturile cu peste 500 mm ploi medii anuale, cînd acestea nu sînt uniform distribuite în timp. În ținuturile intertropicale cu regim de intensă evaporare, datorită termicității ridicate și a uscăciunii extreme a aerului, limita menționată a precipitațiilor trebuie mult depășită. Dar procurarea apei, imperios necesară agriculturii moderne, este o problemă grea, deoarece mari spații

din suprafața agricolă mondială (peste 4 miliarde ha terenuri cultivate și pajiști) se află în zone cu ploi insuficiente și fără fluvii sau rîuri cu debite permanente. În majoritatea acestor locuri, folosirea apelor de adîncime, căutate cu deosebire în zonele aride, constituie o problemă grea. Excepție fac: un aliniament cu pînze arteziene la sud de Atlasul Saharian, cîteva zone din deșerturile Australiei. Așa-numitele „mări" din subsolul Saharei, acumulate de mult, în perioada ultimei glaciații pleistocene din ținuturile europene cînd în Sahara cădeau ploi, prezintă cîteva mari inconveniente: se află la adîncimi mari (ceea ce presupune forări și pompaje costisitoare), sînt strîns agregate în roci astfel că doar circa o treime poate fi cedată și scoasă la suprafață; în fine, fiind ape vechi, nu au în multe părți calități potabile. Dealtfel odată folosite ele nu se mai refac așa cum se întîmplă în zonele cu ploi. Pe scurt problema apei necesară irigațiilor nu este deloc simplă îndeosebi în ținuturile secetoase intertropicale, în sezonul estival în cele mediteraneene și în cele ale stepelor zonei temperate-continentale (V. Tufescu, 1980).

În asemenea condiții, extinderea culturilor irigate nu poate fi făcută în pînză continuă pe mari suprafețe, ci numai acolo unde se găsește o sursă de apă. Așadar „cultivarea deșerturilor" cum se crede de către unii oameni mai puțin cunoscători ai realităților concrete necesită studii de amănunt și soluții diferențiate după posibilități. Tratarea globală a problemei în stilul „Terra poate hrăni de 10 ori sau chiar de 30 de ori mai mulți oameni" apare astfel insuficient aprofundată științific. În prezent la 4,5 miliarde locuitori, peste 600 milioane se află în stare de subnutriție cronică, la limita inferioară a posibilităților de a continua viața.

Terenuri posibile pentru agricultură. Să încercăm un calcul sumar. Dacă din suprafața totală de uscat a Terrei, de 149,1 milioane km², se scad suprafețele acoperite cu ghețari (15,7 milioane km²), cele cu lacuri (numai lacurile mari ocupă circa 12,8 milioane km²), cea ocupată de munții înalți improprii pentru agricultură (aproape 20 milioane km²), rămîn doar circa 10 miliarde ha. Din acestea scăzînd suprafețele cu păduri, cele ocupate cu fluvii și rîuri mari, ori cele acoperite cu pajiști — fiecare cu un rol bine determinat în menținerea echilibrului naturii — mai rămîn doar circa 1,5 miliarde ha cu posibilități de cul-

Scanned with OKEN Scanner

tivare agricolă. Suprafețele disponibile pentru extinderea culturii plantelor în viitor ar fi , în afara acestora, doar circa 3 miliarde ha acoperite actualmente cu pajiști (pășuni și fînețe), folosite în cea mai mare parte pentru creșterea animalelor (Françoise Conac, 1978). Dacă, însă, acestea ar fi arate și cultivate, s-ar schimba raporturile între producția vegetală și cea animalieră. Or, în situația în care omenirea are nevoie pentru hrana sa de proteine, nu se pot înlătura pajiștile ca suport pentru creșterea animalelor, urmînd doar să se îmbunătățească productivitatea lor fără a fi desțelenite.

Pe bază de realități minuțios studiate, se consideră că pot fi valorificate prin culturi agricole în condiții normale suprafețe de 1,5 miliarde hectare, la care ar putea să se adauge prin desțeleniri o parte din pajiștile stepice cu surse de apă în apropiere (ar fi util pentru echilibrul ecosistemelor, ca aceste desțeleniri să nu depășească o treime din suprafața actuală). Cum însă pe o bună parte a terenurilor cultivate în prezent, îndeosebi în ținuturile intertropicale, se face o agricultură primitivă cu randamente extrem de scăzute, trebuie în primul rînd îmbunătățite condițiile de lucru în actualele areale agricole pentru a da producții sigure și corespunzătoare cantitativ.

Două componente esențiale intră în *alimentația omenirii: pîinea*, în înțelesul larg care include și anumiți substituienți și *proteinele* (carne și grăsimi, brînzeturi etc.). Principala cereală panificabilă, *grîul*, are o repartiție spațială limitată în zona climei temperate (inclusiv mediteraneene). Această cereală nu înaintează nici spre Cercul Polar, nici spre tropice, cu atît mai puțin în zona ecuatorială, neputîndu-se aclimatiza în ținuturile calde chiar unde cad ploi. Principalele producătoare de grîu se localizează între 35° și 50° latitudine nordică și respectiv între 35° și 45° latitudine sudică. Astfel, America de Nord, S.U.A. și Canada contribuie[1] la producția mondială cu 19,3%, Europa și U.R.S.S. cu 43,8%, China — în jumătatea ei de nord — cu 10,3%, ceea ce însumat reprezintă aproape trei sferturi din totalul producției globului (73,4%). La aceasta se mai adaugă alte țări ale emisferei

1 Cifrele pe baza cărora s-au calculat procentele se referă la anul 1978 și sînt luate din Anuarul Statistic al R.S. România, 1980.

Scanned with OKEN Scanner

nordice, mai meridionale (India, Iran, Turcia) ale căror culturi, făcute pe podișuri înalte, deci cu climat suficient de răcoros, contribuie cu încă 7,4%, ceea ce în totul reprezintă pentru emisfera nordică peste patru cincimi. În zona temperată a emisferei sudice, Australia și Argentina sînt singurele producătoare mai de seamă, care contribuie cu aproape 4%.

Se înregistrează astfel o revărsare a unei părți din producția de grîu din nord spre sud, fie sub formă de ajutoare U.N.E.S.C.O., fie ca participări comerciale. Fără îndoială, pentru cunoașterea reală a posibilităților de hrană a celor două zone deosebite sub raport climatic, deosebite și ca stadiu de dezvoltare, trebuie adăugate cerealele ale căror cultivare se întinde cu predilecție în climate calde cum este porumbul, orezul, sorgul, plus alte plante alimentare cu areale întinse în acele locuri. Acest fapt se corelează dealtfel cu alimentația tradițională din zonele calde diferențiată de a celor temperate cu consumul de grîu puțin întîlnit în trecut.

Consumul de proteine — produse obținute în mare parte din sectorul zootehnic — este mai ridicat în țările temperate și crește treptat spre ținuturile reci, ca urmare a necesarului sporit de calorii pentru organism îndeosebi în perioadele de iarnă; și în mod firesc, este mai redus în țările calde. Creșterea vitelor, intensivă în majoritatea țărilor europene și în partea estică a Americii de Nord, extensivă pe podișurile înalte asiatice (exemplu tipic Mongolia), precum și în vestul american, însumează, ca și la cultura grîului o pondere mai mare în aceste țări decît în cele calde. În zona tropicală umedă sau cu anotimp ploios, datorită anumitor agenți patogeni care produc descompunerea enzimatică rapidă a substanțelor proteice, prin fermentație microbiană — ceea ce duce la îmbolnăviri și la tradiționale opreliști în consumul unor produse animale, opreliști pătrunse chiar ca precepte religioase (India, Madagascar etc.) — se explică consumul relativ redus de proteine. Se mai adaugă piedica anotimpului secetos din ținuturile de savane și de stepă cînd, din lipsă de hrană și datorită deshidratării, pier multe vite, reducîndu-se considerabil turmele. În afară de aceasta, rasele de vite (singurele ce rezistă condițiilor din acele locuri) sînt foarte puțin productive (carne, lapte). Abia în sudul continentelor din emisfera australă, creșterea vitelor ia mari proporții în Argentina, Africa de Sud, Australia, Noua Zeelandă.

Scanned with OKEN Scanner

Dealtfel, după constatările făcute, chiar în țările capitaliste dezvoltate din Europa și America de Nord, consumul de proteine a scăzut simțitor în ultimele trei decenii (în jur de 90 grame de persoană pe zi), ca de altfel și consumul de alimente în ansamblu (B. Commoner, 1980). Rezultă o diferențiere firească între zonele climatice ale globului, cu un consum mai ridicat de pîine și proteine în zona temperată față de zona caldă. Dar, din păcate, hrana este în unele țări prea frugală și chiar insuficientă, cu izbucnirea fenomenului de subnutriție în anii secetoși, în unele țări din Africa și Asia de sud. Fără îndoială la aceasta contribuie mijloacele agrotehnice mult rămase în urmă, unele practici dăunătoare ca suprapășunatul, incendierea brusei ș.a. Ele sînt însă în cele mai multe cazuri urmarea vechii politici colonialiste care a contribuit la împărțirea lumii în țări sărace și bogate. Cele bogate nu dovedesc înțelegerea necesară față de problemele atît de arzătoare care preocupă țările în curs de dezvoltare. Pe linia umanitară și a dreptății se înscrie politica statului nostru care militează pentru lichidarea subdezvoltării și a instaurării unor relații de încredere, colaborare și pace în lume, de introducere a unei noi ordini economice în raporturile dintre state pentru o dezvoltare echitabilă a tuturor zonelor lumii.

Reluînd tema inițială se vede că, în etapa următoarelor două decenii, agricultura nu se va putea extinde pe mari suprafețe, ci numai izolat în preajma unor surse de apă posibilă, cu lucrări de retenție ori de forare pe care le vor putea efectua țările înseși. Nu se poate extinde cultura grîului în zonele calde decît prin crearea unor varietăți adaptate dacă aceasta este cu putință. În schimb se vor putea extinde și moderniza culturile unor cereale meridionale și a unor plante alimentare ca porumbul, meiul, orezul, batata, maniocul, arahidele, trestia de zahăr, curmalul, cocotierul, arborele de cacao etc. Extinderea creșterii animalelor de rase ameliorate este o problemă și mai grea, datorită condițiilor de adaptare, a celor de asigurare a furajării în perioada secetoasă ș.a., doar pe anumite locuri aceasta se va putea rezolva. Putem astfel privi cu încredere viitorul alimentației în țările cu climat cald al globului; dar trebuie depuse eforturi susținute în această direcție.

Scanned with OKEN Scanner

URBANIZAREA ȘI MEDIUL

Orice așezare omenească — sat sau oraș — oricît de adaptată la mediu ar fi, apare ca un „implant", ca un element artificial în mijlocul naturii, ce prezintă și o influență modificatoare asupra împrejurimilor. Chiar un *sat* cuprinde, în vecinătatea vetrei sale, răspîntii de drumuri, terenuri de utilitate comună (obor, izlaz, grădini de zarzavaturi), dincolo de care urmează cîmpul agricol. *Orașul*, îndeosebi marile centre urbane, transformă mult mai intens peisajul natural din intravilan și din împrejurimi. Căci orașul își extinde tentaculele văzute și nevăzute în toate direcțiile, de cele mai multe ori fără să țină seama de cerințele mediului înconjurător. Încă de acum un veac în urmă, Fr. Engels arăta că orașul industrial distruge peisajul și „transformă orice fel de apă într-o zeamă pestilențială", respingătoare. Cu toate că el constituie o condiție de bază a producției capitaliste, „fiecare capitalist industrial caută să părăsească marile orașe, pe care acest mod de producție le-a creat în mod necesar, mutîndu-și întreprinderea la țară" (Fr. Engels „Anti-Dühring"). Iar recent un cunoscut om de știință francez (Ed. Bonnefous, 1976) scria că: „orașul apare de două ori distrugător: își distruge propria-i realitate în interior, impurifică și devorează cadrul natural în exterior". Dar înainte de a examina orașul contemporan („orașul mecanizat", cum îl numește un istoric englez) și tocmai pentru a-l putea integra în înțelegerea prezentului și viitorului, este necesară o privire retrospectivă asupra apariției și evoluției istorice a orașului. Ce l-a diferențiat de așezările rurale în care oamenii se ocupau cu cultura plantelor și creșterea animalelor iar în subsidiar cu vînatul și pescuitul?

Multă vreme cercetătorii nu ajunseseră să definească deosebirea esențială dintre oraș și sat. Unii o căutau în *as-*

Scanned with OKEN Scanner

pectul așezării, considerînd oraș ceea ce oamenii țării respective au impresia că este oraș. Este o caracterizare pe cît de firească pe atît de imprecisă. Unii l-au definit prin aglomerarea caselor: suedezul Gerd Enequist (1951) stabilește la 70 m distanța maximă dintre case pentru ca așezarea să fie oraș, iar norvegianul Hallstein-Myklebost (1960) la 50 m. Cu toată aparenta precizie, aceste cifre nu pot avea o valoare general aplicabilă în lume.

În unele țări criteriul oficial admis pentru calificarea unei așezări drept oraș este numărul locuitorilor. În Franța, de pildă, această limită este de 2 000 locuitori, cifră stabilită încă din 1887 și menținută pînă în prezent. Aceeași limită se folosește în Portugalia și Argentina. În S.U.A. și Thailanda cifra limită este de 2 500 locuitori, iar în Grecia și Spania 10 000. În țările cu populație mai rară, limita aceasta este mult mai coborîtă (300 locuitori în Islanda, 250 în Danemarca). Am dat mai multe exemple pentru a arăta cît de relative sînt criteriile de definire a orașului și cît de puțin comparabile sînt, după aceste valori diferite de la o țară la alta, procentele de urbanizare în întreaga lume. Nici unul din criteriile arătate nu se apropie de fondul problemei: rosturile ce diferențiază orașul de sat. Criteriul oficial folosit în țara noastră, după care orașul trebuie să dețină cel puțin jumătate din populația activă avînd ocupații neagricole, și să dispună de condiții edilitare corespunzătoare, este cel just și pune în lumină reală fenomenul urban.

Esențiala deosebire a orașului de sat constă așadar în *atribuțiile* economice și social-culturale, ce revin acestuia față de sat, ori, cum au fost denumite, *funcțiunile* ce îndeplinește fiecare dintre cele două categorii de așezări. Regula este că satul agricol hrănește orașul care exercită funcțiuni comerciale și industriale. Încă din 1908, Fr. von Richthofen a stabilit acest adevăr afirmînd că orașul este „o grupare în care mijloacele de existență normală constau în concentrarea formelor de muncă care nu sînt consacrate agriculturii, ci în primul rînd comerțului și industriei". Definirea a fost reluată ulterior, cu unele variante și de alți geografi, care în vremuri mai recente adaugă și activitățile de servicii.

Un istoric englez Arnold Toynbee, a cărui carte asupra orașelor s-a publicat postum și în traducere românească (1979), definea orașul ca „o așezare ai cărei locuitori nu pot

Scanned with OKEN Scanner

produce, în limitele ei, toată hrana de care au nevoie" și ca urmare orașul nu poate exista fără o sursă de aprovizionare externă, un hinterland agricol. Sînt desigur — și mai ales au existat pînă nu demult în trecut — sate unde majoritatea locuitorilor au alte ocupații decît agricultura: sate de mineri, de pescari etc., după cum sînt și orașe în care populația cartierelor mărginașe trăiește încă din agricultură. Din ce în ce mai mult însă aceste atribuții rămîn excepții locale, regula generală fiind cea mai sus enunțată.

Ceea ce dădea în schimb orașul, în vremurile mai depărtate, erau produsele meșteșugărești și cele comerciale aduse cu caravane sau cu corăbii din țări depărtate. Treptat meșteșugurile au făcut loc industriei, care s-a situat de mai bine de un secol, pe primul loc, furnizînd ea însăși comerțului o mare varietate de produse. S-au adăugat însă și serviciile (juridice, medicale, culturale etc.), precum și dregătoriile administrative.

Privite sub acest unghi al diferențierilor, orașul nu putea să apară decît atunci cînd în cadrul obștilor sătești — de obîrșie gentilică ori teritorială — au apărut clasele sociale deosebite (în primul rînd o aristocrație militară și religioasă, mai pe urmă meșteșugarii și negustorii). Numai atunci s-a separat orașul de sat, numai atunci au apărut primele aglomerări urbane. Istoricește acestea reprezintă pentru unele țări ale orientului apropiat, în primul rînd Mesopotamia, Fenicia și Egiptul, iar mai departe India și unele zone ale Chinei, epoca sclavagistă. Cele mai vechi orașe din Mesopotamia de sud au fost *Ur*, *Lagaș*, *Nippur* ș.a. A făcut senzație descoperirea în 1922 a orașului *Mehendjo-Daro* de pe malul fluviului Indus, de mari dimensiuni, care avea o existență înfloritoare cu 4 500 de ani în urmă și apoi enigmatic viața a încetat brusc, rămînînd fără suflare omenească putînd să se reconstituie astăzi în amănunte, dovedind relații complexe între oameni.

Ideea emisă de Arnold Toynbee (1979), după care primul oraș ar fi apărut cu milenii în urmă, menționînd orașul biblic Ierihon de pe malurile Iordanului, ca o așezare puternic fortificată, cu locuințe adunate pe un spațiu restrîns, a fost combătută, ca fiind o imposibilitate într-o societate nediferențiată pe clase.

Scanned with OKEN Scanner

Îmi revine în minte o idee pe care am expus-o cu mai multe decenii în urmă la un seminar de geografie al Universității din Iași: că în vremurile cele mai depărtate orașul a putut să apară și acolo unde grupări umane de sedentari agricultori și de nomazi vînători ori păstori se întîlneau pentru a face schimb de produse. Orașul nu era nevoie să fie numaidecît un *centru fortificat*, ci putea foarte bine să fie *bîlciul*, locul de schimb între aceste categorii deosebite de producători nefiind numaidecît nevoie de separarea societății primitive pe clase; era suficientă diferențierea de ocupații între cele două grupări de locuitori venite în contact.

Pe parcursul timpului, orașele s-au înmulțit, chiar dacă unele s-au ruinat sau au dispărut de nu li se mai știe poziția. Multe altele noi le-au luat locul. Îndeosebi începînd din secolul al XIX-lea creșterea orașelor ia proporții deosebite. Dacă pe la anul 1800 populația urbană a lumii reunea doar 27 milioane locuitori — ceea ce raportat la populația totală de la acea vreme de circa 900 milioane locuitori, reprezenta cam 3% — peste un secol, la 1900 ponderea populației urbane ajunsese la 15%, pentru ca la 1950 aceasta să dețină 27,6% (S. Neguț, 1978). Creșterea vertiginoasă a orașelor, după cel de-al doilea război mondial, face să apară un termen nou *explozie urbană*, termen folosit curent în tratatele de geografie, demografie, sociologie etc. Orașele cu peste 1 milion de locuitori, care la 1950 erau doar în număr de 49, au ajuns la 172 în 1970. După surse O.N.U., populația urbană deținea 74,2% în America de Nord, între 60 și 70% în Europa și Australia, între 50 și 60% în U.R.S.S. și America Latină, dar numai între 20 și 30% în Africa, Extremul Orient asiatic, Asia de Sud. Se observă diferențele între țările dezvoltate și cele în curs de dezvoltare, urbanizarea fiind un reflex al stadiului dezvoltării economice; iar în cazul celei de-a doua categorii menționate, subdezvoltarea trebuie privită, cel puțin în parte, ca rezultatul exploatării coloniale sau a dependenței neocolonialiste. După 1970 proporțiile urbanizării se accentuează chiar în a doua categorie de țări, unde proporția populației urbane se ridică acum la 35—47%.

Cu mari aglomerări de populație, cu densități de populație extreme în interior, cu influențe directe în exterior, orașul transformă radical peisajul natural, creează un mediu propriu al său, artificial, ce îndepărtează pe om de natură.

Orașul a fost creat de interferența căilor de transport, fiecare nou mijloc de transport (căile ferate, navigația cu mijloace mecanizate, automobilul, avionul) a reprezentat un nou impuls în dezvoltarea orașelor astfel că în ultima perioadă s-a ajuns la gigantism. Zona de aprovizionare a marelui oraș nu mai este doar cea din jur, ci, pentru materiile prime pe care le digeră industria acestuia, depășește adesea limitele țării și chiar a continentului respectiv. Pînă și forța de muncă și-o procură în proporție tot mai mare din afară. Orașul industrial al zilelor noastre „nu poate lucra — și de fapt, nici nu poate trăi — fără a fi echipat cu anumite mijloace eficiente de navetism", scrie A. Toynbee, care menționează că de exemplu la Tokyo intră și ies zilnic pentru lucru 5 milioane de oameni. Această uriașă mișcare de oameni, care l-a uluit, este descrisă astfel: „Spectacolul trenurilor era impresionant: fiecare avea un sfert de milă lungime, erau pline pînă la refuz cu pasageri de la un capăt la celălalt și circulau unul după altul aproape fără intervale în ambele direcții, pe o cale ferată cu opt linii paralele".

Rețeaua interioară de transporturi urbane adaugă trenurile subterane (metrouri) mijloacelor de la suprafață în care automobilele sub formă de autobuze, taxiuri, vehicule utilitare, camioane rămîn totuși în urma mașinilor particulare. S-a ajuns la împiedecarea traficului prin însuși numărul excesiv de mare al vehiculelor, iar în anumite zone chiar la blocarea circulației care se efectuează cu atît de îndelungate stopări încît nu depășește ca viteză pe cea a trăsurilor cu cai de altădată.

Toate acestea — industrie, termoficare și mai ales vehiculele — au dus la crearea cunoscutelor *noxe ale orașului*, la smogul extins chiar în orașele odinioară cu cel mai senin cer, cum era Los Angeles. În unele orașe mari sau cartiere suprapopulate (New York, Tokyo), noxele sînt permanent peste limitele de admisibilitate.

Ceea ce creează îndeosebi un mediu neprielnic sănătății oamenilor din marile orașe, ducînd cu timpul la slăbirea rezistenței organismului uman, la boli ale sistemului nervos și ale căilor respiratorii, apoi în lanț la alte suferințe, sînt

Scanned with OKEN Scanner

noxele atmosferice. Este extrem de complicată această realitate a poluării aerului din marile orașe. Cuprinde în primul rînd *praful* ce plutește deasupra orașelor ca un ecran prin care nici razele solare nu mai au limpezimea și strălucirea celor din natura curată. Praful are ca surse coșurile de fabrici, crematoriile de gunoi și, la vîntoase mari, necurățenia străzilor unor orașe. Cantitatea de „praf al orașelor" este în creștere cum arată măsurătorile făcute. La Los Angeles — pentru a ne menține la exemplul de mai înainte — cantitatea de praf depusă zilnic a crescut de la 100 tone pe zi în 1940, la 400 tone pe zi în 1946, cînd, luîndu-se severe măsuri de captare a pulberilor industriale, a redus această cantitate la jumătate.

Pe vremuri se menționa doar *smogul* londonez, ceața meteorică impregnată de praf și compuși chimici, ajunsă uneori foarte dăunătoare. Se dă ca exemplu luna noiembrie 1952, cînd numai în cinci zile smogul a ucis patru mii de persoane. În ultimele decenii cuvîntul „smog" a devenit cunoscut în toată lumea, fenomenul afirmîndu-și prezența în mai toate orașele cu peste un milion de locuitori și chiar în altele mai mici dar puternic industrializate ori cu intensă circulație automobilistică. Această poluare cuprinde diverse substanțe chimice care alcătuiesc o pîclă alburie, uneori gălbuie, alteori cafenie, ce provoacă lăcrimare și usturimi la ochi. Între componentele mai nocive este *dioxidul de sulf* care atacă celulele căilor respiratorii pe care le împiedică să se refacă în mod natural, provocînd mari dificultăți respirației. El are ca sursă arderea păcurii și cărbunilor în industrie și la încălzitul locuințelor.

Mai dăunător se dovedește așa-numitul „smog fotochimic" produs de termocentrale și motoare cu ardere internă de mare putere. Datorită temperaturilor înalte, se produce o reacție între azotul și oxigenul din aer rezultînd oxizii de azot, care activați de lumina solară și combinați cu deșeurile de benzină rezultate de la rafinării, industriile de prelucrare a petrolului și în cel mai mare grad de la autovehicule dau un compus extrem de nociv (peroxiacetilinitrat), ce se formează îndeosebi în orașele cu cer senin. La Los Angeles numărul de zile cu asemenea smog la concentrații ridicate

Scanned with OKEN Scanner

a crescut de la 187 în 1959, la 212 zile în 1962. În sfera aceasta smogul uscat mai conține gazele de eșapament (monoxid de carbon) o altă intensă sursă de poluare atmosferică. În marile orașe americane și europene cu activă circulație automobilistică se emană zilnic în atmosferă între 1500 și 2000 tone de monoxid de carbon (la Los Angeles 2400 tone în 1968). Acest gaz distruge celulele pulmonare, dilată vasele sanguine ale plămînilor, putînd provoca — la concentrații mai mari — îmbolnăviri de apă la plămîni. Tot din gazele de eșapament se mai adaugă intoxicațiile cu *plumb* (acesta este introdus ca aditiv în benzină). Se mai adaugă particulele de *azbest* de la garniturile de ferodo și din unele materiale de construcție, vaporii de mercur rezultați din activitățile industriale, o serie de compuși organici ș.a. Pînă acum s-a determinat prezența a 39 de substanțe chimice și pulberi în atmosfera orașelor, dar acestea nu sînt toate. Unele se combină între ele în lanț dînd alți compuși pe gradații diferite de nocivități, care îmbîcsesc aerul orașelor. Cunoscutul om de știință american Barry Commoner, directorul centrului pentru biologia sistemelor naturale a S.U.A., a putut afirma pe drept cuvînt că „poluarea atmosferică nu constituie doar un inconvenient și un pericol pentru sănătate. Ea ne amintește că cele mai trîmbițate realizări ale tehnicii noastre — automobilul, avionul cu reacție, uzina electrică, industria în general și, de fapt, însuși orașul modern — sînt tot atîtea eșecuri ambientale“ (1980).

S-a spus că marele oraș al vremurilor noastre a rupt legăturile cu satul, aprovizionîndu-se predilect din areale depărtate, că a devenit „nemaipomenit de zgomotos“ și murdar prin particulele de praf, de fum, de compuși chimici. Clădirile construite cu preocupări de artă, de frumos, nu mai aparțin decît trecutului. S-a afirmat chiar că orașul contemporan se despiritualizează. Oamenii, chiar cînd locuiesc în apropiere, nu se mai cunosc unul cu altul și nici nu caută să o facă. Asemenea condiții de artificializare a mediului înconjurător capătă intensitate maximă în interiorul *conurbațiilor*, adică a înghesuirii mai multor orașe unul lîngă altul în măsura dispariției spațiilor intermediare, mai

Scanned with OKEN Scanner

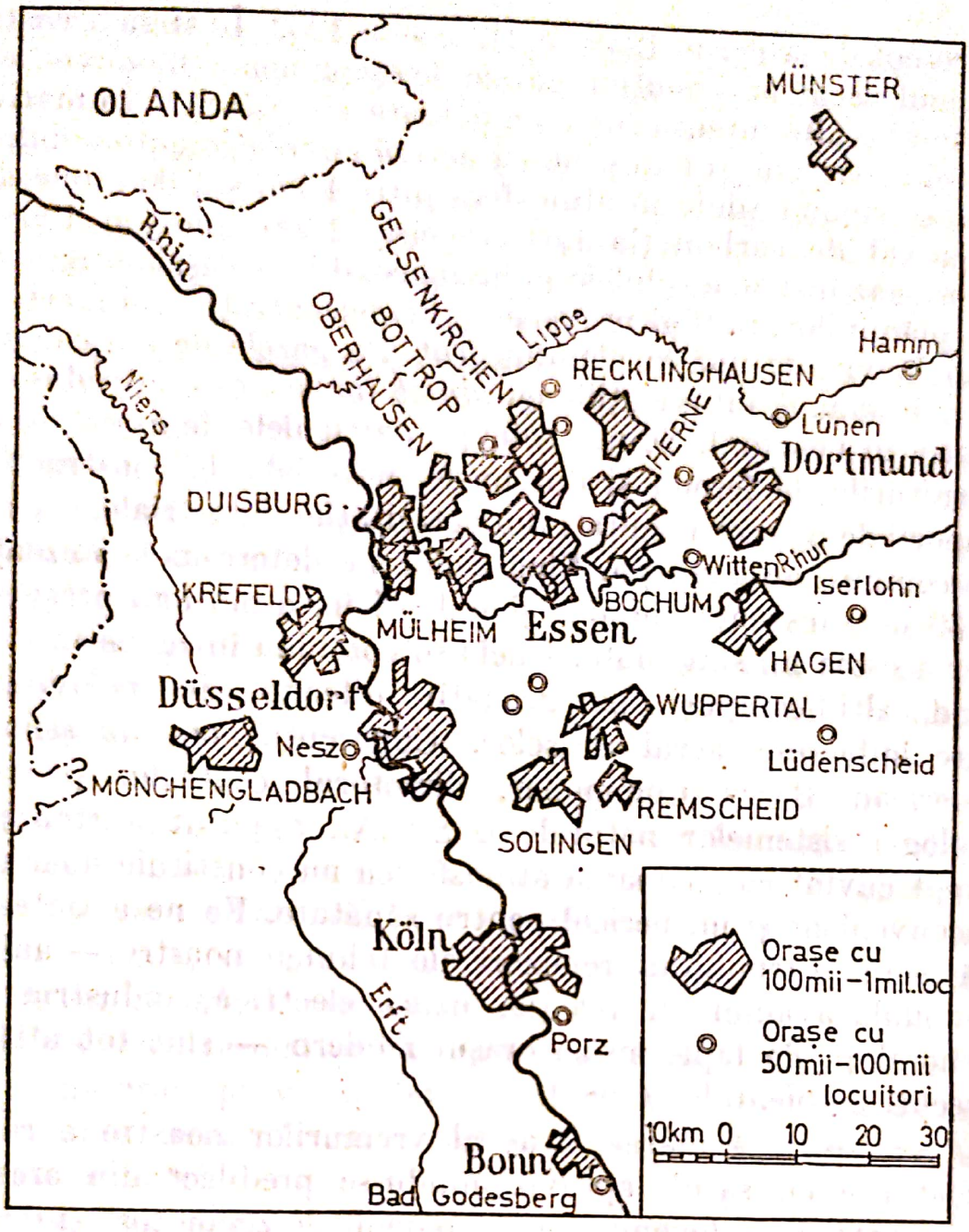


Fig. 69 Schiță asupra conurbației Ruhrului (extensiunea arealelor marilor orașe).

înainte cu cîmp cultivat sau măcar cu pajiști. Așa sînt co nurbațiile Ruhrului, Manchester-Liverpool, a Londrei, ce din zona Tokio-Yokohama și multe altele.

În ultimele decenii s-a individualizat un nou tip de aglo merare urbană — *megalopolisul:* mari orașe (unel cu mai multe milioane de locuitori) cu spații intermediar

Scanned with OKEN Scanner

umplute cu vile, case particulare de mare confort înconjurate de spații verzi (*slumsurile* bine echipate) în care vin să locuiască oamenii avuți, sau cu orășele de cocioabe (*favélas*, cum sînt numite în America latină). Cel mai caracteristic este *Bosvash*, megalopolisul din nord-estul S.U.A., care începe de la Boston, cuprinde New York, Philadelphia, Baltimore, Washington cu un total de peste 40 milioane de locuitori, unde aglomerarea și strangulările de circulație, alături de noxe, zgomote, distanțele enorme pînă la locurile de muncă, constituie greutăți de neînchipuit. După ce a distrus natura din propriu-i perimetru și din împrejurimi, marele oraș macină propria-i populație cu noxe, cu zgomote, cu stresuri specifice marilor aglomerări, cu circulația ajunsă la un adevărat impas al strangulărilor de trafic.

Și totuși orașul atrage ca un magnet populația din mediul rural care trage nădejdea că va găsi acolo un trai mai bun. De la țară un număr tot mai mare de locuitori deveniți disponibili în urma mecanizării agriculturii se îndreaptă spre orașe. În anul 2000, calculele prospective arată că populația urbană va depăși 3,1 miliarde de locuitori, ceea ce ar reprezenta jumătate din populația globului.

Această creștere nelimitată a orașului a dus la ideea *orașului mondial* al viitorului, în care se va înghesui cea mai mare parte a populației lumii. Acesta ar putea să arate, după ideile expuse de A. Toynbee (1979), ca o succesiune de conurbații și megaloposuri presărate insular în locurile mai populate și a unor spații agricole mult mai restrînse decît cele actuale; în rest zone mari neutilizate, un fel de pustiuri rămase de pe urma exploatării intensive a resurselor naturale (inclusiv cele vegetale). Tabloul nu este deloc încurajator. Se aseamănă cu unele din viziunile romanelor lui H.G. Wells. Totuși această evoluție nu apare ca realistă, chiar dacă populația satelor va scădea sub 15 sau chiar 10% din total. Limitarea creșterii marilor orașe, avută în vedere de țările socialiste, îndrumă omenirea spre echilibrare, care se întrezărește analizînd preocupările actuale.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE ORIENTATIVĂ

NICOLAE CEAUȘESCU — *Raport la cel de-al XII-lea Congres al P.C.R.* Edit. politică, 1979.

* * * — *Programul-Directivă de dezvoltare economico-socială a României în profil teritorial în perioada 1981—1985.* Edit. politică, 1979.

* * * — *Programul național de perspectivă pentru amenajarea bazinelor hidrografice din R.S. România.* „Scînteia", 16 aprilie, 1976.

* * * — *Programul național pentru conservarea și dezvoltarea fondului forestier în perioada 1976—2010.* „Scînteia", 16 aprilie, 1976.

* * * — *Programul-Directivă de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic în perioada 1981—1990 și direcțiile principale pînă în anul 2000.* „Scînteia", 21 iulie, 1979.

ANUCIN — V.A. *Теоретические основы географий* (Bazele teoretice ale geografiei). Edit. Mîsl., Moscova, 1972.

BERTRAND G. — *Paysage et géographie physique globale.* „Rev. géogr. des Pyrénées et du sud-ouest." Tom. 39/1968, p. 250.

BONNEFOUS ED. — *Omul sau natura?* (Edit. politică, 1976.

CHABOT G. — *Les Villes,* Armand Colin, Paris, 1958.

CHARLIER R. — *Populație și poluare în aria Marilor Lacuri din Statele Unite și Canada.* „Stud. și Cercet. de geol., geof. Ser. geogr." Tom. XVII/1970, nr. 2.

CHIȚU MARIA — *Geografia resurselor naturale* (Partea I/1978, Partea II/1979). Tipogr. Universității din București.

COMMONER BARRY — *Cercul care se închide.* Edit. politică, 1980.

CONAC FRANÇOISE — *Irrigation et développement agricole. L'exemple des pays méditeranéens et danubiens.* Ed. C.D.U. — Sedes, Paris, 1978.

CONSTANTINESCU N.N. — *Economia protecției mediului natural.* Edit. politică, 1976.

DEMEK JAROMIR, QUITT EVŽEN, RAUŠER JAROSLAV — *Úvod do obecné fyzické geografie* (Introducere în geografia fizică generală. Academia, Praha, 1976.

DEPLOUX M. — *Ecosystéme et payssage.* „Rev. géogr. des Pyrénées et du sud-ouest", T. 43/1972.

DORST J. — *Înainte ca natura să moară.* Edit. științifică, 1970.

ENGELS F. — *Dialectica naturii.* Edit. politică, ed. III, 1966.

ENGELS F. — *Anti-Dühring.* Edit. politică, ed. IV, 1966.

FROLOV I.T. — *Progresul științei și viitorul omului.* Edit. politică, 1977.

Scanned with OKEN Scanner

GEORGE P. — *Précis de Géographie urbaine*. Preses Univers, Paris, 1968.
GHINEA L. — *Apărarea naturii*. Edit. ştiinţifică şi enciclopedică, 1978.
IONESCU-SIŞEŞTI G. şi STAICU I. — *Agrotehnica* (2 vol.) Edit. Agrosilvică, 1958.
MEHEDINŢI S. — *Locul omului în geografie. Antropogeografia*. Edit. ştiinţifică, 1967.
MIHĂILESCU V. — *Geografia teoretică. Principii fundamentale. Orientarea generală în ştiinţele-geografice*. Edit. Acad. R.S.R., 1968.
NEGUŢ S. — *Un singur pămînt. Omul şi mediul înconjurător*. Edit. Albatros, 1978.
OPREA C.V. ŞI LUPEI N. — *Echilibre şi dezechilibre în biosferă*. Edit. Facla, 1975.
PIVOVAROV I.L., — *Современная урбанизация* (Urbanizarea contemporană). „Statistika", Moscova, 1976.
POPOVICI I. — *Terra — prezent şi viitor*. Edit. Albatros, 1978.
ROŞU A. şi UNGUREANU IRINA — *Geografia mediului înconjurător*. Edit. didact. şi pedag., 1977.
SAUŞKIN I. T. *История и методология географической науки*. (Istoria şi metodologia ştiinţei geografice). Izd. MGU, Moscova, 1976.
SOCEAVA V.B. — *Geosistemele: concept, căi de clasificare* „Stud. şi cercet. geol., geof., geogr. — Ser. geogr". Tom. XXII/1975.
TOYNBEE A. — *Oraşele în mişcare*. Edit. politică, 1979.
TREBICI VL. — *Populaţia mondială*. Edit. ştiinţifică, 1974.
TUFESCU V. — *Modelarea naturală şi eroziunea accelerată*. Edit. Acad. R.S.R., 1966.
TUFESCU V. — *Agricultura la limita aridităţii*. Edit. ştiinţifică şi enciclopedică, 1980.

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA a V-a

PERSPECTIVE ALE RAPORTULUI OM—NATURĂ

GREȘELI ÎMPOTRIVA NATURII

Unii oameni de știință afirmă că societatea umană (și în mod deosebit cea din actuala fază de civilizație tehnică) se află în contradicție cu natura, deși în cuprinsul ei omul și-a găsit adăpostul, hrana, uneltele de lucru sau ceea ce i s-a părut prea firesc pentru a fi luate în seamă ca niște beneficii: în natură și-a găsit apa de băut și de udat ogorul, animalele pe seama cărora s-a hrănit, lemnul din care și-a construit locuința, aerul pe care-l respiră etc.

Tratînd despre „criza mediului ambiant", Barry Commoner (1980) constată „un contrast marcat între logica ecologiei și situația lumii reale, în care sînt încadrate problemele mediului ambiant". El consideră că s-a ajuns la un adevărat *eșec* în strădania omenirii de-a dezvolta civilizația spre binele maxim al omenirii. „Am ajuns într-o stare de criză tocmai pentru că modul în care utilizăm ecosfera pentru a produce bogății este distructiv pentru această ecosferă. Sistemul actual de producție se autodistruge, iar calea urmată în prezent de civilizație duce spre sinucidere".

De multe ori în cursul istoriei omul a adus *deteriorări ale echilibrului naturii* și unele s-au întors ca un bumerang, lovindu-l cu tărie pe el și semenii săi. Prin secolul al XIII-lea, cruciații au adus din Orientul Mijlociu, cu corăbiile lor, pe lîngă multe bunuri jefuite și șobolanul negru *(Rattus rattus)* purtător de ciumă. Acesta s-a înmulțit cu repeziciune și a cauzat în cursul veacului următor un șir de molime care au produs moartea a 50 milioane de oameni. Mai tîrziu, prin secolul al XVIII-lea, s-a introdus,

Scanned with OKEN Scanner

fără să se știe cum, un nou rozător, șobolanul cenușiu, de două ori mai mare și mai puternic, care a înlăturat — dar numai în parte — pe primul. Din stepele pontocaspice s-au extins și unii rozători de cîmp între care popîndăul. Ei au devenit marii consumători de cereale și de alte roade ale agriculturii. Un calcul estimativ arată că numai șobolanii, a căror număr trece de 7,5 miliarde, consumă anual peste 700 milioane de tone de alimente, cu care s-ar putea acoperi cu prisosință deficitele de hrană ale omenirii din zonele care suferă în prezent de foame.

Este foarte cunoscut exemplul cu înmulțirea extraordinară a iepurilor în Australia în cursul secolului trecut. Neexistînd acolo răpitoarele care, în Europa, îi reglează proporția numerică, de la cîteva perechi aduse de coloniști, aceștia au ajuns în scurtă vreme la milioane și milioane de exemplare, astfel că a ieșit vorba „iepurii au mîncat oile“ — principala bogăție a continentului pe acea vreme. Ei au devorat pășunile și tufișurile provocînd mari scăderi în producția de lînă. S-au folosit felurite mijloace, unele extrem de drastice, pentru a scăpa de această pacoste. Și tot în acest continent, un imigrant din Mexic a avut inspirația de a aduce cîțiva cactuși. Înlăturînd vegetația autohtonă, cactușii s-au întins, după un deceniu, pe 4 milioane de hectare, iar după alte două decenii pe 16 milioane hectare, devenind o calamitate. A fost zdrobit și tăvălugit cu tractoarele, a fost incendiat, dar el continua să se înmulțească. S-a apelat atunci la mijloace biologice, propuse de specialiștii care se ocupau cu studiul dăunătorilor cactusului. În 1925 s-au importat ouă ale unui mic fluture al cactușilor; omizile acestora rezolvînd grava problemă a invaziei cactușilor, după un timp fluturele respectiv s-a rărit de la sine.

În prezent un fapt deosebit de grav se petrece în apele oceanice de lîngă țărmul de est al Australiei. Ducîndu-se o feroce luptă împotriva rechinilor, ceea ce s-a soldat cu reducerea numerică a acestora, s-au înmulțit considerabil caracatițele. La rîndul lor acestea au decimat langustele atît de apreciate ca alimente pe piețele marilor orașe. Interacțiunea

a continuat mai departe în lanț; scăderea numerică a lăcustelor a dus la înmulțirea rapidă a stelelor de mare care distrug coralii, amenințînd cu dispariția unele insule coraligene populate.

Exemplele pot continua. Se constată că natura biotică — și legată de aceasta și cea abiotică — se află într-o atît de strînsă *intercondiționare a elementelor componente ale naturii*, încît deteriorarea unuia, cîteodată aparent fără nici o însemnătate, poate avea repercusiuni grave într-un întreg șir de fenomene și procese naturale. O intervenție necugetată într-un anumit domeniu poate aduce pagube uriașe, la înlăturarea cărora trebuie depuse eforturi uriașe, trebuie consumate fonduri nebănuit de mari, și cu toate acestea revenirea la o stare normală cere un îndelungat timp de îndreptare a situației.

Față de aceste certitudini apare ca un contrast izbitor ignoranța în materie (susținută și de interesul material, „zeul" marilor magnați ai lumii capitalurilor) manifestată în „opiniile" unor tehnocrați și oameni de afaceri care consideră politica statelor respective, de protecție a mediului înconjurător, drept „o mașină infernală generatoare de inflație, de recesiune, de scădere a profiturilor". După cum arată Silviu Neguț (1978), unii dintre aceștia au acuzat, de exemplu, Congresul S.U.A. de „iresponsabilitate" pentru legiferarea unor măsuri de luptă în vederea păstrării calității mediului înconjurător și a vieții; iar pe cei din organismele de aplicare a legilor respective îi acuză de „birocratism mărginit". Citînd după aceeași lucrare, menționăm și opiniile factorilor de conducere ai uzinelor chimice vest-germane „Höchst", care în legătură cu poluarea apelor Rhinului, declară „scăldatul, pescuitul și romantismul, toate acestea sînt vorbe goale" și renunțarea la acestea sînt „tributul firesc ce trebuie plătit progresului", eludînd prin asemenea vorbe ostentative (punînd în față scăldatul ori romantismul) problema vitală a menținerii echilibrului naturii. Unii afirmă că „vocația naturală a cursurilor de apă o constituie evacuarea deșeurilor".

Scanned with OKEN Scanner

Asemenea insolente și iresponsabile atitudini față de natură au stîrnit proteste puternice nu numai în rîndul oamenilor de știință, dar și a opiniei publice care le consideră că sînt o consecință a sistemului social inechitabil ce poate perpetua astfel de moduri de a gîndi și acționa.

Dar părerile arătate mai sus nu ilustrează doar aprecierile izolate ale unor oameni sau cercuri capitaliste direct interesate material. Ele se înscriu, din păcate, în tendința de creare a unor curente de opinii care caută să convingă că așa este normal să se procedeze, deși marea mulțime a oamenilor din țările dezvoltate sau în curs de dezvoltare susțin cu tărie lupta împotriva poluării, împotriva risipei resurselor naturale, acțiunile susținute pentru menținerea naturii Terrei într-o bună stare de echilibru și a unei bune organizări a folosințelor ei. Civilizația poate progresa fără distrugerea mediului înconjurător. „Pentru a soluționa criza ambientală, va trebui să renunțăm, în sfîrșit, la luxul de a tolera sărăcia, discriminarea rasială și războiul. În mersul nostru inconștient spre sinuciderea ecologică ne-am epuizat opțiunile. Acum, cînd trebuie să achităm datoria față de mediu, acestea s-au redus la două: sau organizarea rațională socială, a folosirii și repartizării resurselor mondiale, sau o nouă barbarie" (B. Commoner, 1980).

Față de iresponsabila deviză a „vocației" rîurilor de-a purta deșeurile de tot felul, se opune cu tărie o realitate care poartă în ea o cumplită amenințare: *criza de apă dulce pentru omenire.* Dacă Terra dispune de o uriașă cantitate de apă, 97% sînt sărate aparținînd mărilor și oceanelor, 2% sînt ape imobilizate în calotele glaciare și numai ceva mai puțin de 1% sînt ape continentale. Dar omenirea nu dispune în întregime de această sutime, căci ea se compune într-o bună parte din nori (și în genere apa din atmosferă) și o altă parte din ape subterane (unele greu de obținut chiar prin foraje adînci

Scanned with OKEN Scanner

căci fiind agregate în roci acestea le cedează doar în proporție de o treime). Numai 20 000 km^3 reprezintă apa lacurilor, iar a *rîurilor și fluviilor* — singura mereu primenită — *doar 1 200* km^3. Dacă ținem seama că din acestea numai industria consumă în prezent 200 km^3 de apă pe an (din care 40 km^3 se evaporează și 160 km^3 reprezintă ape uzate, în mare parte puternic contaminate), iar agricultura folosește în medie cam 10 000 m^3 pe an pentru irigarea unui hectar (există peste 226 milioane hectare irigate), și populația consumă o altă mare cantitate pentru trebuințe gospodărești și edilitare, ne dăm seama de lipsa tot mai accentuată a apei potabile în lume. După datele Națiunilor Unite, 70% din populația Terrei nu dispune în prezent de apă salubră, iar maladiile transmise prin apă ucid 25 000 de oameni pe zi (ceea ce înseamnă 9 milioane pe an). Pe continente: în Asia 600 milioane de oameni nu dispun de apă salubră, în Africa cifra se ridică la 140 milioane, în America Latină la 90 milioane, în bazinul estic al Mediteranei, de asemenea, la 140 milioane, iar în Pacificul de vest la 60 milioane. Iată răspunsul foarte categoric la deviza fluturată de cei ce susțin vocația apelor curgătoare de a transporta deșeurile industrei și ale orașelor. Să adăugăm că cifrele de mai sus corespund anului 1975 cînd populația lumii era de 3,9 miliarde locuitori și că aceasta ar urma să ajungă la 6,5 miliarde locuitori în anul 2 000. Că de unde populația urbană (mare consumatoare de apă) era acum cîțiva ani de 1,5 miliarde locuitori, se va dubla pînă în anul 2 000 ajungînd la circa 3,2 miliarde, cînd și consumul de apă pe locuitor se va dubla față de cel actual. Că în același timp marii consumatori de apă — industria și agricultura irigată — își vor extinde necesarul de apă cel puțin la dublu. Cum se va putea face față la sfîrșitul secolului nostru la cerințele de apă dulce? Desalinizarea prin toate cele peste 1 000 uzine existente poate furniza în prezent doar 2 milioane m^3 pe zi, ceea ce este o cantitate infimă și aceasta la prețuri extrem de ridicate.

Scanned with OKEN Scanner

Iată probleme concrete la inconștienta tendință de poluare a apelor curgătoare. Să opunem risipei și degradării apelor spiritul de bună gospodărire a apelor după exemplul „Programului național de perspectivă pentru amenajarea bazinelor hidrografice din R.S. România", care prevede sistematizarea întregii rețele hidrografice a țării, regularizarea tuturor cursurilor de apă, amenajarea a numeroase lacuri pentru a nu pierde surplusurile din perioadele ploioase și, pe deasupra tuturor acestora, combaterea în orice fel a poluării apelor.

Scanned with OKEN Scanner

„PANTEISMUL NEONATURALIST" ȘI ECODEZVOLTAREA

Față de deteriorarea mediului înconjurător în multiplele — și uneori alarmantele — aspecte pe care acesta le pune în evidență s-au definit atitudini opuse: unele de atentă grijă pentru protecție și rațională gospodărire, altele de defetism și indiferență. Ideile respective sînt propulsate din cercuri diferite. Unii tehnocrați și oameni din cercurile de afaceri, care mînați de interesul propriilor lor profituri, împing dezvoltarea spre superindustrializare, neluînd în seamă degradările pe care le produc în mediul înconjurător, afișează într-o optică defavorabilă și desuetă ideea conservării naturii. Ei consideră că prin mijloacele înaintate de care dispune tehnica actuală, și mai ales cea de perspectivă, pot distruge tot ce le stă în calea înfăptuirilor lor, căci omul va trăi și într-un mediu artificial creat, cum au dovedit-o cei trimiși în nave cosmice în spații extraterestre! Cît de falsă și periculoasă poate fi o atare opinie nu merită a fi discutat. Chiar cel mai desmoștenit ținut al Terrei (în deșert, pe ghețurile polare ori pe munții cei mai înalți) prezintă totuși condiții mai prielnice de viață decît cele oferite de costumele speciale și spațiul restrins al unei nave cosmice.

Din rîndurile tehnocraților au pornit atacurile împotriva tendințelor de apărare a componentelor naturii, punînd într-o lumină falsă această tendință: societatea, spun ei, trebuie să prospere și întoarcerea la natura sălbatică este o utopie, se împotrivește progresului: Dar o bună gospodărire a naturii terestre în întregul ei sau a celei dintr-o regiune oarecare nu înseamnă întoarcerea la natura din vremea preistorică, ci crearea unor noi echilibre ale mediului înconjurător în

Scanned with OKEN Scanner

care o menirea să-și desfășoare mai departe progresele civilizației, folosind cu măsură resursele naturale pentru crearea condițiilor de confort și pentru dezvoltarea geniului uman. De fapt tehnica este ea însăși o creație a omului și nu trebuie să se întoarcă împotriva lui, ci să servească bunăstării fără a degrada, fără a distruge minunatul echilibru ce s-a creat pe Terra printr-o îmbinare unică a componentelor planetei noastre. Acesta este un așezământ sacru de care nimeni nu are voie să se atingă. L-am moștenit de la înaintașii noștri ca sediu al vieții, acumulînd prin aceasta o datorie pe care nu o putem frusta față de urmașii noștri.

Acea „întoarcere la o nouă barbarie", de care pomenește Commoner, ca o altă exagerare, a încolțit în mințile învățăiate ale unor tineri din țările occidentale, care propagă drept soluție salvatoare ideea de renunțare la cuceririle civilizației, de sistare a activității științifice, reîntoarcerea la primitivism și la o natură lăsată la voia întîmplării, excluzînd bineînțeles, în accepția lor, munca.

În afara acestor extremiști, mai există și teoreticieni pesimiști, existențialiști, care recomandă ideea utopică de înlăturare a industriei și, implicit, a unor aspecte de civilizație și de adoptare a unui mod de viață artizanal, din care se exclude tehnica, nu însă și munca; o întoarcere la trecutul preindustrial și de izolare a omului de marile aglomerări urbane, de retragere de lume și, după unii, la tendințe ascetice în modul de viață. Este ceea ce s-a numit „robinsonism ecologic".

Toate acestea constituie fără îndoială exagerări. Dar a asocia aceste greșite vederi cu ideea protecției mediului înconjurător, acuzînd global tendințele de protecție a mediului într-un echilibru care-i dau stabilitate, drept „panteism neonaturalist", ar fi o mare greșeală. Nu degradarea voită a mediului înconjurător în scopul îmbogățirii unora, ori a creșterii necondiționate și neraționale, fără limite, a industrializării, ci o evoluție științifică îndrumată a naturii, după regulile

stabilite de ecologie. Este ceea ce Programul Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător cuprinde sub denumirea de *ecodezvoltare*. Aceasta este „un concept operațional care presupune redefinirea strategiilor de dezvoltare atît în țările dezvoltate, cît și în cele în curs de dezvoltare". Această strategie implică amenajarea rațională a Terrei, sau cel puțin a unor sectoare regionale mai amenințate, respectînd interesele legitime ale omului în avînturile lui spre progres.

„*Ecodezvoltarea*, preconizează Declarația U.I.C.N. asupra habitatului din 1976, adică punerea în valoare a fiecărui loc, trăgînd cel mai potrivit folos al resurselor fizice, biologice și culturale", ne permite să sperăm că vom ajunge să corelăm necesitatea de a elimina sărăcia și subdezvoltarea, punînd la dispoziția populației locurile de muncă pe care le caută, realizînd odată cu aceasta și țelul de a conserva cele mai bune habitate pentru om și celelalte viețuitoare. Aceasta presupune amenajarea teritoriului în perfectă armonizare cu utilizarea lui rațională, cu menținerea unor anumite proporții între terenurile arabile, păduri și pajiști, spații construite, drumuri etc. În țara noastră s-a și trecut la *sistematizarea teritoriului și a localităților*, un adevărat program ce se aplică cu consecvență de cîțiva ani în toate județele. Cadrul creat acordă o deosebită atenție „conservării frumuseților naturale, protejării pămîntului, apelor, aerului, pădurilor, zonelor verzi, a monumentelor istorice și de artă, a întregului mediu ambiant". Prin această acțiune se urmărește de asemenea „valorificarea deplină a resurselor din fiecare zonă, îmbinarea armonioasă a producției industriale, agricole și a celorlalte activități economico-sociale, adîncirea cooperării între localitățile din cadrul aceleiași zone"[1].

[1] Programul P.C.R. de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism (Edit. politică, 1975, p. 85—86).

Scanned with OKEN Scanner

Aplicarea pe scară largă a unor astfel de programe, nuanțate după condițiile naturale specifice, ar veni direct în sprijinul unei bune gospodăriri a teritoriului, cu mai ample posibilități pentru agricultură.

Tot mai mult își face loc în lume sistemul de *agricultură biologică*, care se bazează în primul rînd pe o cunoaștere de amănunt a naturii locurilor, a interacțiunilor și mecanismelor biologice, pentru o bună organizare a folosirii îngrășămintelor chimice conformă trebuințelor solului respectiv, cu urmărirea rolului microorganismelor aparținînd unei anume „grupe fiziologice", a reglării culturilor cu ritmurile sezoniere, cu ciclul activității solare etc. În această concepție, la care și-au adus contribuțiile mai mulți oameni de știință (Howard, E. Pfeiffer, Lemaire-Boucher etc.) agricultura biologică, ca rezultat al cercetărilor și experimentelor menționate, reprezintă elaborarea unei tehnologii de mare productivitate, în viziunea integrării organice, de armonizare între plantele cultivate și particularitățile naturii locurilor respective. De asemenea, de limitare strictă a îngrășămintelor minerale, îmbinate obligator cu anumite produse naturale complexe, de felul celor organice și cu praful unor roci sau al unor alge calcaro-magneziene etc. (acestea din urmă conținînd elementele necesare sub formă insolubilă, care se încorporează treptat, pe măsura necesităților plantei, prin intermediul microflorei din sol).

A doua idee esențială se leagă de rolul *dăunătorilor*, care, invers decît pînă acum, sînt considerați a fi mijloace de apărare a biosferei, ce tind la eliminarea organismelor neintegrate ce ar putea periclita întregul sistem. S-a afirmat chiar că „dăunătorii" au un rol pozitiv asemănător cu al leucocitelor din organismul animal, așadar un rol de apărare sau, cum se exprimă unul dintre cercetătorii problemei, prezintă rolul de cenzori și indicatori ai metodelor greșite de cultură. Se adaugă bineînțeles și alte practici (îmbogățirea solului cu

rîme și organisme fertilizante, concentrarea îngrășămintelor chimice în materie foarte puțină și incorporabilă, nu poluantă prin spălarea apelor meteorice etc.), toate aducînd creșteri nebănuite a recoltelor fără a dăuna cu ceva solurilor. Agricultura intensivă a viitorului nu se va putea concepe fără aplicarea mijloacelor așa-numitei *agriculturi biologice*. Sub acest raport cultura plantelor, științific condusă, va constitui o adevărată pavăză pentru conservarea naturii și chiar a corectării unor excese ale industrializării și a dezvoltării la întîmplare a urbanizării.

CERINȚE ALE PROGRESULUI ȘI BUNĂSTĂRII

Dacă în țările mai slab dezvoltate sub raport industrial și economic în general, industrializarea reprezintă un țel spre care se îndreaptă întreaga atenție, apariția unei noi întreprinderi fiind întîmpinată cu bucurie, deoarece duce la valorificarea proprie a unor materii prime, fapt ce reprezintă pași spre independența economică, creînd totodată noi locuri de muncă pentru populația în creștere accentuată, în țările puternic dezvoltate economic se remarcă o încetinire a ritmurilor de investiții și chiar de producție în industrie. Pentru exemplificare dăm situația dinamicii producției industriale din principalele țări capitaliste în ultimele două decenii:

*Dinamica producției industriale**

Țări	Ritmul mediu anual de creștere %	
	1961—1969	1971—1978
S.U.A.	5,6	4,1
R.F. Germania	5,7	2,1
Japonia	13,7	3,8
Franța	5,7	3,2
Marea Britanie	2,9	1,2
Italia	6,9	2,9
Belgia	5,3	2,2
Suedia	6,4	1,1

* Sursa: *Anuarele statistice ale R.S. România* 1971 și 1980.

Această scădere reflectă tendința unei plafonări relative a industriei, datorită într-o anumită măsură și orientării spre selectarea ramurilor de înaltă tehnicitate (care necesită puțină materie primă și însumează un volum mic de producție), prin înlăturarea treptată a ramurilor poluante ori care necesită materie primă grea, cum este industria cimentului, anumite ramuri siderurgice, ori ramurile de bază a chimiei etc.

„Întrucît criza mediului ambiant — scrie Commoner — rezultă din proasta gospodărire socială a resurselor mondiale, ea poate fi rezolvată și omul poate supraviețui în condiții omenești, dacă organizarea lui socială este armonizată cu ecosfera." Pentru aceasta autorul nu consideră că s-ar impune înlăturarea tehnicii, ci numai readaptarea ei pentru a se armoniza cu natura repusă în condițiile unei dezvoltări firești. Atît industria, cît și agricultura ori transporturile, urmînd să satisfacă în continuare cerințele unei societăți civilizate, să fie puse de acord cu cerințele ineluctabile ale ecosistemului. La aceasta se poate ajunge — după părerea lui Commoner — prin: refacerea apelor uzate, readucerea gunoaielor menajere în sol în așa fel încît să fie încorporate de acesta, înlocuirea îngrășămintelor chimice cu substanțe fertilizante naturale, înlăturarea rapidă a pesticidelor sintetice prin agenți biologici, înlăturarea detergenților extrem de dăunători față de natură, „descurajarea" acelor industrii care sînt mari consumatoare de energie, dezvoltarea unui sistem de transport terestru care să funcționeze cu carburanți la temperaturi de combustie scăzute, reutilizarea completă a tuturor resturilor metalice, a celor de sticlă și faianță, de hîrtie și materiale plastice care pot fi reutilizate, nepermițîndu-se acumularea și îngrămădiri de deșeuri etc.

Toate acestea apar fără îndoială ca măsuri eficiente, dar ele nu pot rezolva totul. Mai întîi, ele nu se pot aplica în țările în care sistemul social se bazează pe inițiativa particulară și au drept principal scop profitul cît mai mare a unui grup restrîns de oameni de afaceri. De aceea însuși autorul citat consideră necesar să se schimbe sistemul specific țărilor capitaliste. „Adevărata problemă este să descoperim care tip

de orînduire economică și socială este cel mai potrivit ca partener în alianța cu natura". În această privință autorul citat rămîne încă la limita căutărilor, căci nu vede încadrarea în ansamblul social-politic a acestei probleme fundamentale pe plan mondial. Accentul trebuie pus pe rolul sistemului social în determinarea bunăstării generalizate și a echilibrului ecologic.

Cu deplină clarviziune, Documentele Congresului al XII-lea al P.C.R. subliniază necesitatea lichidării subdezvoltării și instaurării unei noi ordini economice în relațiile dintre statele dezvoltate și cele în curs de dezvoltare pe bază de egalitate și echitate, o evoluție echilibrată a economiei în toate zonele lumii prin înlăturarea decalajelor care concentrează la un pol al lumii bogăția, iar la celălalt mizeria și sărăcia, înlăturarea politicii de dominație și asuprire, cu depășirea politicii de blocuri și a zonelor de influență și, foarte important, cu stăvilirea cursei înarmărilor. Sînt așadar orizonturi mai largi în care trebuie situată politica ecodezvoltării.

În țară, prin acțiunile raționale de sistematizare a teritoriului, prin alte măsuri cuprinse în legi, hotărîri și programe de dezvoltare, se are în vedere permanent corectarea și utilizarea pe baze științifice a componentelor naturii, în folosul omului, a societății. Se are în vedere nu doar momentul pe care-l trăim, ci viziunea realistă a ceea ce lăsăm urmașilor noștri și generațiilor care vor urma și vor continua, prin activitatea lor, edificarea istoriei omenirii pe Terra.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE ORIENTATIVĂ

NICOLAE CEAUȘESCU, *Cuvîntare la Congresul educației și învățămîntului* — 11 februarie 1980. Edit. politică, 1980.

x x x *Programul P.C.R. de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism*. Edit. politică, 1975.

COMMONER BARRY — *Cercul care se închide*. Edit. politică, 1980.

FROLOV I.T. — *Progresul științei și viitorul omului*. Edit. politică, 1977.

NEGUȚ S. — *Un singur Pămînt. Omul și mediul înconjurător*. Edit. Albatros, 1978

Scanned with OKEN Scanner

«Deşi în ultimii ani au mai apărut cărţi de ecologie în ţara noastră, lucrarea de faţă, aşa cum a fost concepută, prin colaborarea strînsă dintre un biolog şi un geograf, aduce o notă de originalitate şi merită să fie publicată pentru propagarea acestei ştiinţe în rîndul cititorilor. Firul conducător al lucrării constă în afirmarea convingerii autorilor că prin cunoaşterea ecologiei poate fi rezolvat cu succes antagonismul din ce în ce mai dramatic dintre om şi natură, dintre cerinţele inexorabile ale dezvoltării sociale actuale şi imperativul conservării echilibrelor fundamentale ale biosferei. Este o tonifiantă perspectivă de optimism faţă de îngrijorările provocate de expansiunea demografică şi de dezastrele crescînde ale poluării.»

Acad. RADU CODREANU

«Lucrarea, fiind elaborată de un biolog şi un geograf, prezintă ecologia din unghiul biologiei, dar şi din cel al geografiei.»

Conf. dr. BOGDAN STUGREN

Scanned with OKEN Scanner